

Online onderwijs en duurzaamheid

Citation for published version (APA):

Perez Salgado, F. (2008). *Online onderwijs en duurzaamheid: 'een groene inktvlek'*. Open Universiteit Nederland.

Document status and date:

Published: 01/01/2008

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Document license:

Unspecified

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

<https://www.ou.nl/taverne-agreement>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

pure-support@ou.nl

providing details and we will investigate your claim.

Downloaded from <https://research.ou.nl/> on date: 05 May. 2023

Open Universiteit
www.ou.nl



Paquita Pérez Salgado

Online onderwijs en duurzaamheid 'een groene inktvlek'

$$\frac{hc}{\lambda} \quad E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

CO₂ - CO₂ - CO₂ - CO₂

CO₂ - CO₂ - CO₂ - CO₂



OpenUniversiteitNederland

Online onderwijs en duurzaamheid

‘een groene inktvlek’

© Copyright F. (Paquita) Pérez Salgado, 2008

All right reserved. No part of this publication may reproduced, stored, in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publishers.

Ontwerp omslag: Aline van Hoof, Grafische Vorming

Layout: Evelin Karsten-Meessen

Redactie: Bep Franke-Barendse

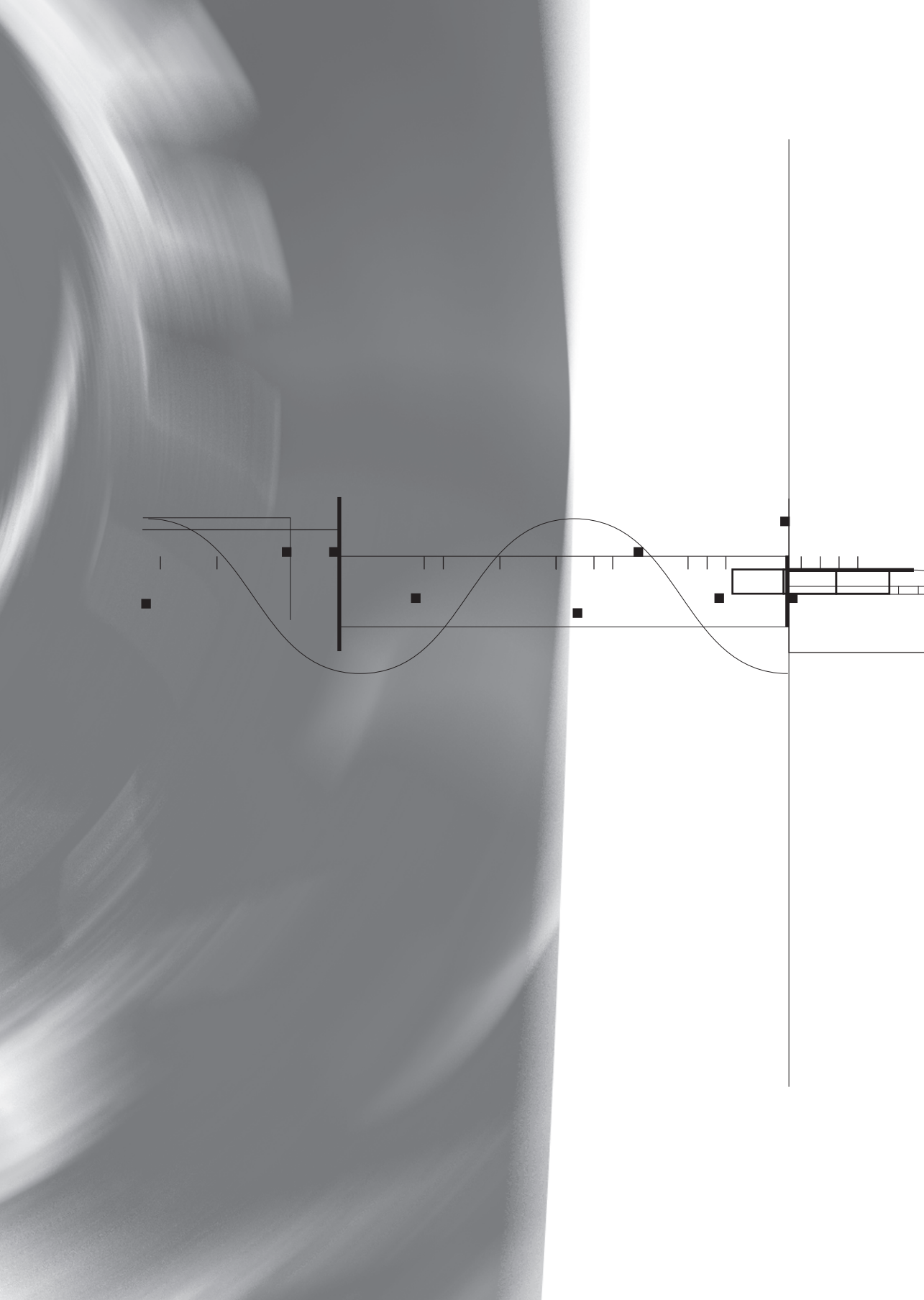
Illustratieverantwoording omslag: Internet image created by Matt Brit, available under the Creative Commons 2.5 license, retrieved online on 9th of May 2008 from http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Internet_map_1024.jpg

ISBN/EAN: 978-90-358-0931-4

Printed in The Netherlands.

Inhoudsopgave

- 1 Verspreiding van 'smaak, beschaving en geleerdheid' Pagina 7
 - 2 Razendsnel online onderwijs Pagina 10
 - 3 Het Antropoceen en energiegebruik Pagina 12
 - 4 Milieu-impact van het contactonderwijs-, schriftelijk afstandsonderwijs- en online
onderwijssysteem Pagina 21
 - 5 De 'virtuele klas': synchrone online begeleiding Pagina 36
 - 6 Oproep of appèl Pagina 44
 - 7 Dankwoord en slotwoord Pagina 46
- Lijst met afkortingen en verklaringen Pagina 49





Online onderwijs en duurzaamheid

‘een groene inktvlek’

Oratie

Openbare rede, in verkorte vorm uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar ‘Natuurwetenschappen, in het bijzonder afstandsonderwijs in de milieu- en natuurwetenschappen’ aan de Open Universiteit Nederland op vrijdag 30 mei 2008

door prof. dr. Paquita Pérez Salgado

1 Verspreiding van 'smaak, beschaving en geleerdheid'

Geachte Rector Magnificus, beste collega's, studenten, familieleden en vrienden,

Eindelijk is het dan zover: Paquita houdt haar oratie!

Ik ben verheugd en apetrots dat ik hier sta en dat ik u als hoogleraar mag toespreken in deze oratie. Ik heet u hierbij van harte welkom. Mijn leerstoel is geformuleerd op het gebied van 'afstandsonderwijs in de milieu- en natuurwetenschappen'. Tijdens deze oratie wil ik u nader kennis laten maken met de combinatie van hoger (afstands)onderwijs en duurzaamheid.

Centraal in deze oratie staan twee vragen:

- Wat is het energiegebruik en wat zijn de CO₂-emissies van een student die een cursus volgt in het reguliere contactonderwijs, het afstandsonderwijs of het online (afstands)onderwijs?

Een vervolgvraag is of bepaalde onderwijssystemen kunnen bijdragen aan het terugdringen van de CO₂-uitstoot, en of ze daarmee effectief ingezet kunnen worden als instrument in het klimaatbeleid.

- Welke (onderwijskundige) voor- en nadelen kan online onderwijs hebben?

Hierbij laat ik u, middels een voorbeeld uit onze praktijk, kennismaken met een recente vorm van online onderwijs, waarin de beantwoording van deze vraag aan de orde komt.

Alvorens hierop in te gaan, begin ik met een korte uitweiding over het gebruik van het toespreken van de academische gemeenschap. Al sinds de oprichting van universiteiten gaven hoogleraren zowel particulier onderwijs (voor de eigen studenten) als publieke lessen. Sommigen waren daarin zo succesvol dat reizigers van heinde en verre kwamen om hen te kunnen horen spreken.

Hoogleraren hadden in de 19^{de} eeuw mede de functie van 'verspreider van smaak, beschaving en geleerdheid'.¹ Door de instelling van allerlei wetenschappelijke genootschappen in de 19^{de} eeuw werden die toespraken steeds minder publiek. Ze ontwikkelden zich tot besprekingen of natuurwetenschappelijke demonstraties voor de eigen academische gemeenschap. De institutionalisering van de universiteiten in de 19^{de} en begin 20^{ste} eeuw heeft dit versterkt. Het is niet vreemd dat in de jaren 60 van de 20^{ste} eeuw zich een kentering voltrok. De ivoren-toren-mentaliteit van wetenschappers kwam ter

1 Peter Jan Knechtmans, *Professoren van de stad. Het Athenaeum Illustre en de Universiteit van Amsterdam, 1632-1960*. Amsterdam University Press, 2007.

discussie. Tevens was men ontevreden over de bestaande machtsverhoudingen. Dit leidde tot interne democratisering en een sterkere gerichtheid op en interactie met de maatschappij. Universiteiten stelden zich meer open, zowel intern als extern.

Veel is veranderd, maar de oratie als openbare toespraak voor de gemeenschap bleef. Zij wordt echter de laatste tijd steeds meer opgevat als een weergave van nieuwe ontwikkelingen op het onderzoeksgebied van de leerstoel van de betreffende hoogleraar. Vaak worden plannen ontvouwd voor de toekomstige invulling van de leerstoel. Gegeven de samenkomst van wetenschappers en leken tijdens een openbare rede is het de vraag of de exclusieve aandacht voor de inhoudelijke ontwikkeling van een kennisgebied op zijn plaats is.

De Open Universiteit Nederland (OUNL) is opgericht net ná de periode van democratisering en maatschappelijke oriëntatie van de universiteiten. Zij was daarmee een voorbeeld van de toenadering tussen de maatschappij en de 'ivoren-toren-mentaliteit', mede door de duidelijke maatschappelijke doelstelling: namelijk toegang verschaffen tot gecertificeerde kennis in het hoger onderwijs aan diegenen die daar initieel geen toegang toe hadden, het zogenaamde tweede-kans-onderwijs. Ondertussen is de taak verbreed naar een leven-lang-leren en het tweede-weg-onderwijs. In onze kenniseconomie is het van vitaal belang en daarmee uitermate wenselijk dat burgers zich gedurende hun hele werkzame leven kunnen bijscholen op specifieke gebieden.

De Open Universiteit is een instelling voor open afstandsonderwijs, oorspronkelijk zonder een door de overheid gefinancierde onderzoekstaak. Ik wil hierbij aantekenen dat in mijn faculteit altijd veel innovatief onderwijsonderzoek gedaan is, ondanks het feit dat daar geen financiering voor beschikbaar was.

De Open Universiteit kan zich, net als de andere universiteiten, in oraties positief onderscheiden met haar onderwijs en haar maatschappelijke relevantie. Ze heeft dat ook veelvuldig gedaan. In mijn oratie wil ik daar graag nog de eerder genoemde verspreiding van 'smaak, beschaving en geleerdheid' aan toe voegen. Omwille van de smaak, verdieping en verbreding bevat deze oratie uitweidingen over het internet en het energieverbruik in het Antropoceen.

Ik hoop u te laten zien dat de natuurwetenschappen u niet alleen enige geleerdheid (voor zover u dat nog niet wist), maar ook enige smaak en beschaving kunnen brengen. Daarnaast hoop ik u te informeren en te inspireren met het onderwijs en onderzoek dat wij doen en dat elders gedaan wordt. Daarbij wil ik het evenwicht tussen geletterdheid en gecijferdheid (beter bekend onder de Engelse benamingen 'literacy' en 'numeracy') bewaren. In deze oratie komen dus zowel letters als cijfers aan bod.

Elke formule in een boek schijnt de verkoop te halveren. Je kunt weinig uitgevers vinden die bereid zijn voor de schoonheid van een formule overstag te gaan. Volgens Robbert Dijkgraaf, mathematisch fysicus en de huidige president van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen, jaagt 'een enkele vierkantswortel meer mensen de stuipen op het lijf dan alle moeilijke woorden of controversiële meningen bij elkaar'.² Desondanks ga ik het toch proberen; de oplage van dit boekje is immers vooraf bekend en het hoeft niet verkocht te worden. Ik hoop dat tijdens deze oratie iets van de fascinatie, precisie en schoonheid van cijfers en vergelijkingen op u zal overkomen. Schoonheid en beschaving komen niet alleen in geletterdheid, maar ook in genummerdheid voor. U moet mij na afloop maar vertellen of dat gelukt is.

2 Robbert Dijkgraaf, *Het hebgelijktken*, NRC Handelsblad, blz. 38, 15 maart 2008.

2 Razendsnel online onderwijs

Het feit dat tegenwoordig voor iedereen zoveel kennis met één druk op de knop toegankelijk is, is eigenlijk een wonder te noemen. Wel een wonder dat natuurwetenschappelijk goed verklaard kan worden en dat zelfs natuurwetenschappelijk is uitgevonden en uitgedacht. Omdat het verzenden van data via de elektronische snelweg vele honderdduizenden malen sneller gaat dan waartoe wij mensen fysiek (nog) in staat zijn, is het mogelijk om vanachter het beeldscherm boeken, databases en bibliotheken te raadplegen, waarin zoveel kennis is opgeslagen dat het je duizelt.

Elektriciteit kan worden opgewekt en getransporteerd. De daarvoor benodigde kennis en technologische toepassingen zijn door natuurwetenschappers en ingenieurs uit de fysica en de chemie in de 19^{de} en begin 20^{ste} eeuw ontwikkeld. Toepassing op grote schaal vond plaats in het verkeer, in de verlichting en in het gebruik van telefoon en telex. Dat heeft de eerste helft van 20^{ste} eeuw een nieuwe aanblik gegeven, mede door de daarmee gepaard gaande vervuiling.

Een volgende doorbraak werd ingeleid eind jaren tachtig van de vorige eeuw (maart 1989) doordat Tim Berners-Lee, afgestudeerd als fysicus en werkzaam als computerdeskundige bij het CERN, een manier bedacht waarmee zowel hijzelf als enkele mede-onderzoekers telkens vanaf hun werkplek toegang hadden tot de meest recente onderzoeksinformatie en zij dus minder hoefden te lopen of minder e-mails hoefden te versturen. Hiermee is hij is de medegrondlegger en medebedenker geworden van het world-wide-web, het wereldwijde web: hij ontwikkelde HTML en HTTP, waarmee webpagina's gemaakt en verstuurd kunnen worden.³ Ook maakte hij de eerste webbrowser waarmee die pagina's bekeken kunnen worden.

Ondertussen is het wereldwijde web, in combinatie met krachtige zoekmachines, een onuitputtelijke bron van informatie en communicatie geworden. Deze uitvinding zorgt aan het begin van de 21^{ste} eeuw voor nieuwe, snelle en dynamische wereldwijde contacten, die niet van bovenaf of door grote professionele partijen (bijvoorbeeld omroepen, ministeries of commerciële bedrijven) geregisseerd worden. Net als de elektriciteit in de 20^{ste} eeuw heeft dit opnieuw tot een economische en maatschappelijke revolutie geleid.

³ Zie Wikipedia: nl.wikipedia.org/wiki/Tim_Berners-Lee [benaderd op 17-4-2008].

Volgzaam aan de verworvenheden van de natuurwetenschappen als we zijn, kan het niet anders of ook het wereldwijde web en internet⁴ moeten voor en in het onderwijs gebruikt gaan worden. Tot op heden gaat dat echter niet erg snel. Ten eerste zit computervrees docenten en leraren hoog. Ten tweede zijn onderwijs en onderzoek georganiseerd in instituties die hun werkwijzen in de afgelopen eeuwen hebben ontwikkeld en verfijnd, en daarmee steeds verder hebben verward. Die instituties stappen niet zomaar over op nieuwe wijzen van communicatie en informatie-uitwisseling. Eerder kan men verwachten dat het overstappen in grote ambtelijke organisaties door velen bewust of onbewust wordt tegengehouden en tegengewerkt, omdat het niet strookt met de 'gewone gang van zaken'.⁵ Het is niet verwonderlijk dat vele internetdiensten en internetmogelijkheden juist niet in bestaande bedrijven ontstaan, maar ontwikkeld worden door individuen of kleine groepen.

Er bestaan gelukkig ook innovatieve krachten in het onderwijs: experimenten worden gestimuleerd en pilotprojecten kunnen draaien. Afstandsonderwijs staat, door de aard van het onderwijstype, meer open voor elektronische onderwijsvernieuwing. Via elektronische communicatie kan namelijk één van de nadelen van afstandsonderwijs, het elkaar maar weinig kunnen zien en spreken, tot een voordeel worden omgebogen. Beweerde Cruijff niet "elk nadeel heb zijn voordeel?" Afstandsonderwijs, gecombineerd met elektronische communicatie, heeft een eigen dimensie en een eigen kracht. De vraag is dan uiteraard: hoe en op welke wijze kan het gebruik van ICT in afstandsonderwijs geoptimaliseerd worden? Afstandsonderwijs heeft er belang bij na te gaan wat de voor- en nadelen zijn van e-communicatie en e-learning.

In onze faculteit Natuurwetenschappen, die relatief klein is met weinig geïnstitutionaliseerde werkwijzen, zoeken we altijd naar ruimte voor experimenten (hoe klein ook). Al vele jaren proberen we allerlei innovaties uit met meer of minder succes. In deze oratie kom ik daar straks op terug.

4 Het WWW en internet worden vaak door elkaar gebruikt, maar zijn niet precies hetzelfde. Zie de lijst met afkortingen aan het eind van deze oratie.

5 Ook in de wetenschap zelf komt het langzaam op gang. Open source e-journals komen moeizaam van de grond, doordat er grote financiële belangen op het spel staan van o.a. uitgevers. Wat betreft het universitaire onderwijs zijn er enkele initiatieven, maar ook dit gaat nog niet zo hard. Onderwijsinhoud kan bijvoorbeeld via 'Open Educational Resources' ontsloten worden, zoals het MIT (VS) gedaan heeft. De Open Universiteit heeft een deel van haar materiaal op deze wijze toegankelijk gemaakt: <http://www.opener.ou.nl/> [benaderd op 5 mei 2008].

3 Het Antropoceen en energiegebruik

Volgens de Nederlandse Nobelprijswinnaar Paul Crutzen⁶ leven we tegenwoordig in het geologische tijdperk 'Antropoceen'.⁷ Daarmee geeft Paul Crutzen aan dat de mens vanaf dat moment een belangrijke rol speelt in de geologie en ecologie van de aarde. Dit geologische tijdperk gaat ongeveer in tegen het eind van de 18^{de} eeuw, wanneer we als mensheid flink aan het (kolen) stoken slaan. Over 'het stoken' werd in 1972 de noodklok geluid met de publicatie van het boek 'De grenzen aan groei' van de Club van Rome, waarin het nakend einde van de voorraad fossiele brandstoffen werd voorspeld.⁸ Uiteindelijk zullen deze energiebronnen uitgeput raken, maar berekeningen en voorspellingen over wanneer dat zal gebeuren, variëren. Dit heeft veel te maken met onzekerheid over de resterende winbare voorraden en de winningstechnologie. De oliepiek, het moment waarop de oliewinning maximaal is en waarna de opbrengst alleen maar daalt, wordt meestal voorspeld in de periode 2010-2040. Voor kolen ligt de piek volgens de meeste voorspellingen verder weg, niet zelden ergens in de 22^{ste} eeuw.

Van recente aard is de ophef over de klimaatverandering. De wereldwijde effecten van met name het gebruik (verbranding) van fossiele brandstoffen hebben geleid tot een flinke verhoging van de concentratie van verschillende broeikasgassen in de atmosfeer en een daaraan gepaard gaande stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde. De gevolgen zijn ondertussen genoegzaam bekend: slinkende ijskappen, krachtigere orkanen, overstromingen, enzovoort. De populariteit bij het grote publiek van de film 'An inconvenient truth' van Al Gore heeft laten zien dat er maatschappelijk brede interesse is voor de problematiek. De bereidheid bij het publiek voor het nemen van maatregelen is aanwezig, wereldwijd en ook in Nederland. In 2007 vond er met het toekennen van de Nobelprijs van de Vrede voor het IPCC⁹ en Al Gore een doorbraak plaats in de erkenning van de problemen rondom klimaatverandering.

Duurzame ontwikkeling

Duurzame ontwikkeling is het vanuit de wereldpolitiek geformuleerde conceptuele antwoord op de milieuproblemen waarvoor we ons geplaagd zien. Onder voorzitterschap van de toenmalige Noorse premier Gro Harlem Brundtland werd door een internationale

6 Paul Crutzen ontving de Nobelprijs voor Chemie in 1995 voor baanbrekend onderzoek op het gebied van de atmosfeerchemie, in het bijzonder het ozongat.

7 Paul Crutzen and Eugene F. Stoermer, *The 'Anthropocene'*, Global Change Newsletter, International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) 41, 2000.

8 Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jorgen Randers, and William W. Behrens III, *The Limits to Growth*, Universe Books, New York, USA, 1972.

9 Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO-UNEP. Publiceert zesjaarlijks de stand van zaken op klimaatveranderingsgebied (drie 'working groups on climate change'). Meest recente rapporten in 2007. Zie www.ipcc.ch.

commissie in 1987 het rapport 'Our Common Future'¹⁰ geschreven, waarin voor het eerst duurzame ontwikkeling als oplossingsrichting voor armoede en milieuproblemen werd gepresenteerd. Met het concept 'duurzame ontwikkeling' wordt beoogd de harmonie te waarborgen tussen de ecologische (vitaliteit van de aarde), de economische (materiële welvaart) en de sociaal-culturele (gezondheid, welzijn) dimensies voor huidige én toekomstige generaties. Hoewel het concept 'duurzame ontwikkeling' aansprekend is en overtuigend lijkt, is de wetenschappelijke uitwerking ervan lastig, zowel in kwalitatieve als kwantitatieve zin. Per onderwerp moet bepaald worden wat vanuit wetenschappelijk oogpunt de beste wijze is om het te onderzoeken; er bestaan daarom veel benaderings- en onderzoeksmethoden. Omdat het vrijwel altijd om complexe onderwerpen gaat, is het de kunst om met een beperkte hoeveelheid indicatoren (lieft zo weinig mogelijk) de situatie te beschrijven, en vervolgens toekomstvoorspellingen te doen.

In deze oratie ga ik in op de milieu-impact van het genieten van onderwijs, in termen van energiegebruik en uitstoot van broeikasgassen. We gebruiken dus twee indicatoren. We beginnen echter met een korte uitweiding over het meten en rekenen aan energie.

Energie in Joules: mega, giga, tera, peta, exa, zetta

Het woord 'energie' is afkomstig van het Griekse 'ἐνέργεια' (*energōs*) dat 'actief' of 'werkend' betekent. Energie wordt natuurwetenschappelijk vaak gedefinieerd als de eigenschap van een systeem om arbeid te kunnen verrichten.

Energie (straling, warmte, elektriciteit) wordt uitgedrukt in Joules (J).

Het verrichten van arbeid kan veel of weinig energie kosten: de hoeveelheid in Joules geeft aan hoeveel precies.

Wat is een Joule?

Een Joule is de energie die nodig is om een kracht van 1 Newton 1 meter te verplaatsen (langs de richting van de kracht)

$$1 \text{ Joule (J)} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = 1 \text{ W} \cdot \text{s}$$

Om een voorbeeld te geven en tegelijkertijd Isaac Newton te memoreren: als je een kleine appel (102 gram) op aarde een meter optilt, kost dit 1 Joule aan energie. Die ene Joule komt ook weer vrij als diezelfde appel een meter terugvalt.

Een volwassene heeft per dag ongeveer 8 tot 12 MegaJoule ($M = 10^6$) aan energie nodig uit voeding. Dit komt overeen met de bekende 1900 tot 2900 Kilocalorie.

Energiegebruik en energieslaven

Het energiegebruik in de wereld is hoog en neemt nog steeds toe. Hier volgen enkele cijfers. Op dit moment beslaat het totale energiegebruik van de mensen op aarde onge-

10 World Commission on Environment and Development, *Our Common Future*, Oxford University Press, 1987.

veer 450 Exa-Joule per jaar, dit is $450 \cdot 10^{18}$ Joule. De totale beschikbare zonne-energie voor de aarde per jaar is ongeveer 3850 ZettaJoules = $3850 \cdot 10^{21}$ Joule. Dit betekent dat als we erin zouden slagen slechts 0,01% van de zonne-energie die de aarde bereikt, te gebruiken, het energieprobleem verleden tijd zou zijn. Bovendien zou dan ook het CO₂-probleem dichterbij een oplossing zijn, omdat bij gebruik van zonne-energie geen CO₂ vrijkomt: er worden immers geen fossiele brandstoffen verbrand.¹¹ Gesteld wordt dat wanneer de oppervlakte van een land als Frankrijk volledig bedekt zou worden met zonnecentrales met de huidige efficiëntie, dit voldoende energie zou opleveren om het totale wereldenergiegebruik te dekken.¹² Daarmee zijn we het meest populaire vakantie-land Frankrijk kwijt, maar dan kunnen we wel doorreizen naar een nog mooier land, Spanje, waar mijn familie en ik vandaan komen. Recente berekeningen¹³ laten zien dat het gebruik van zonne-energie in woningen (zonnepanelen, zonnewarmte) ook in Nederland op de langere termijn een grote potentie heeft.

In 2006 bedroeg de Nederlandse energiebehoefte 8,3 Exa Joule (10^{18} J), inclusief import.¹⁴ De Nederlandse economie verbruikte netto 3,5 ExaJoule, oftewel 3500 PetaJoule (10^{15} J). Een gemiddelde EU-burger gebruikt per jaar 150 GigaJoule (10^9 J) per jaar.¹⁵ Een gemiddelde Nederlander zit daar nog iets boven en gebruikt 220 GigaJoule per jaar.

Het zal u ondertussen duizelen van machten en getallen, en daarom is het leuk en illustratief deze cijfers toe te lichten met de eenheid die onder andere Lucas Reijnders gebruikt, die van de energieslaaf. Een mens kan gemiddeld ongeveer 100 Joule arbeid per seconde verrichten. Dit is een vermogen van 100 Watt (1 Watt = 1 Joule/seconde). Als we zien wat een Nederlander gemiddeld aan energie verbruikt, houden wij er ieder gemiddeld 70 energieslaven op na.¹² Wereldwijd zouden we voor ons energiegebruik 140 miljard energieslaven nodig hebben. Wij zijn aan hen verslaafd....

11 De bouw en afbraak van een energiecentrale kan (afhankelijk van de gebruikte energiebron) wel gepaard gaan met bijbehorende CO₂-uitstoot. De energieopwekking gaat niet gepaard met CO₂-emissies.

12 Lucas Reijnders, *Energie: van brandhout tot zonnecel*, uitg. Van Gennep, Amsterdam (blz. 62), 2006.

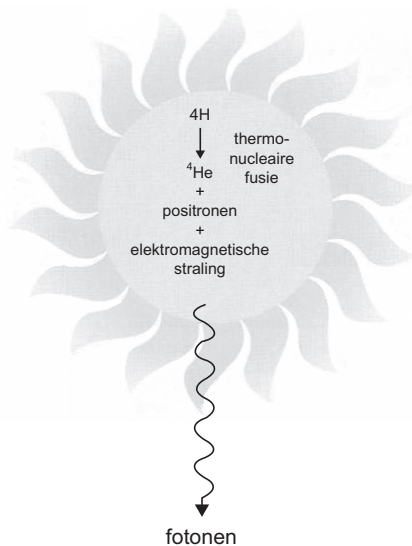
13 Milieu- en Natuurplanbureau, J.A. Montfoort, J.P.M. Bos, *Zonne-energie in woningen: evaluatie op basis van systeemopties*, rapportnr. 500083009, Bilthoven, 2008.

14 Centraal Bureau voor de Statistiek, *Milieurekeningen 2006*, uitg. CBS, Heerlen/Voorburg, Nederland, 2007.

15 Kornelis Blok, *Introduction to Energy Analysis*, uitg. Techné Press, Amsterdam, 2006.

Broeikasgassen

Ik kom op de tweede indicator: de broeikasgassen. De gassen stikstof (N_2 : 78%) en zuurstof (O_2 : 21%) zijn de belangrijkste bestanddelen van de aardatmosfeer. De broeikasgassen waterdamp (H_2O), koolstofdioxide (CO_2), methaan (CH_4), lachgas (N_2O) en nog enkele anderen gassen, waaronder gechloreerde koolwaterstoffen (CFK's), komen slechts in geringe concentraties in de atmosfeer voor. Broeikasgassen hebben als eigenschap dat ze de door de zon en aarde uitgezonden warmtestraling gedeeltelijk absorberen, waardoor de atmosferische temperatuur toeneemt (zie figuur 1).¹⁶

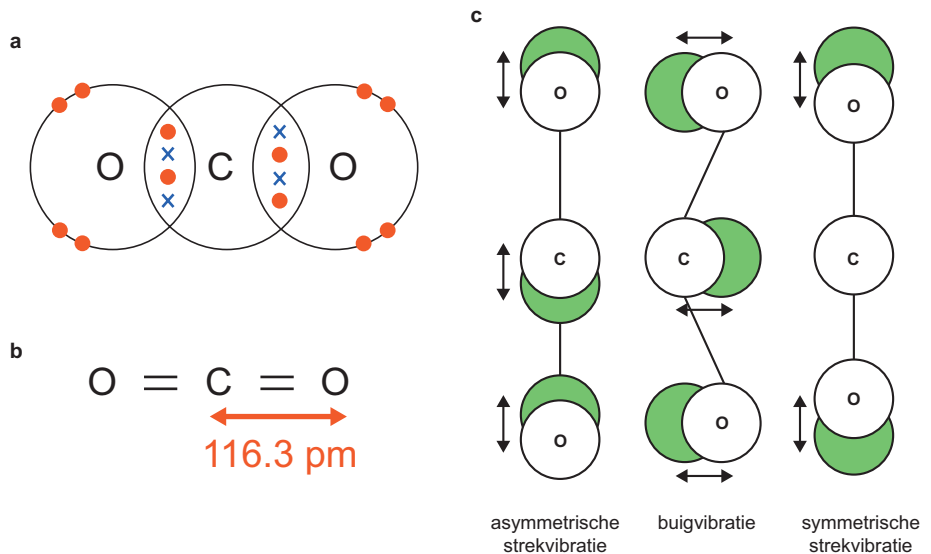


Figuur 1 Fotonen (elektromagnetische straling) reizen met de lichtsnelheid naar onder andere de aarde. Ze komen vrij bij de kernfusieprocessen op en in de zon. De broeikasgassen in de aardatmosfeer absorberen fotonen in het infrarode deel van de straling (zowel van de zon als gereflecteerd via het aardoppervlak) en zorgen daardoor voor opwarming van de aardatmosfeer.

Koolstofdioxide (CO_2)

Koolstofdioxide is een molecuul dat uit drie atomen bestaat: twee zuurstofatomen en één koolstofatoom (zie figuren 2a, 2b en 2c).

16 Open Universiteit Nederland, cursus *Energie-optimalisatie en -management*, N36211, Heerlen, Nederland, 2000.

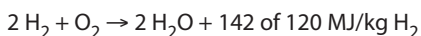
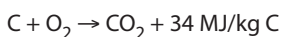


Figuur 2 Schematische weergave van een koolstofdioxidemolecuul, bestaande uit een koolstof-atoom (C) en twee zuurstofatomen (O).

In figuur 2a zijn als “bolletjes” de buitenste elektronen van zuurstof weergegeven, als “kruisjes” die van koolstof. In figuur 2b is te zien dat de afstand tussen de C- en O-atoom 116,3 pm (1 picometer = 10^{-12} m) is. In figuur 2c zijn de buig- en strekvibraties van een CO_2 -molecuul weergegeven. De buig- en strekfrequenties bevinden zich in het infrarode deel van het spectrum.

Fossiele brandstoffen zijn voornamelijk opgebouwd uit de elementen koolstof (C) en waterstof (H). Bij hun verbranding treedt een chemische reactie op, waarbij energie vrijkomt in de vorm van warmte. Zuurstofgas (O_2) treedt op als oxidator in de reactie. Bij de verbranding ontstaat warmte en licht, en wordt koolstofdioxide gevormd; dit komt vrij als gas.

De reactievergelijkingen luiden¹⁶:



De wereldwijde concentratie van koolstofdioxide is toegenomen van 284 ppm_v (parts per million (volume)) in het jaar 1832 tot 384 ppm_v in november 2007, een stijging van meer dan een derde (35%). Het percentage CO_2 in de aardatmosfeer is daarmee 0,0384. De stijging is voor ongeveer driekwart afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen (olie,

aardgas, kolen) en voor ongeveer een kwart het gevolg van ontbossing en het dunner worden van veenlagen (zoals bijvoorbeeld in de veengebieden van West-Nederland). Omdat dit effect door de mens veroorzaakt wordt, noemen we het *antropogeen*.

De toename van de concentratie van de broeikasgassen leidt hoogstwaarschijnlijk tot verandering van het klimaat en stijging van de zeespiegel. Het wetenschappelijk bewijs hiervoor wordt steeds sterker en overtuigender.^{9,17} De CO₂-emissie wordt als kernindicator voor de antropogene klimaatverandering gebruikt. Van elke fossiele brandstof kan de bijbehorende CO₂-uitstoot berekend worden, afhankelijk van de energie-efficiëntie van het verbrandingsproces. Zo wordt tegenwoordig de CO₂-uitstoot van elk type auto vermeld. Van elektriciteitscentrales op basis van gas, steenkool, enzovoort, kan eveneens bepaald worden wat de verbranding bij de huidige conversie aan CO₂-uitstoot oplevert. De uitstoot van de overige broeikasgassen, zoals methaan en lachgas, kan ook uitgedrukt worden in CO₂-uitstoot: dan is er sprake van CO₂-equivalenten.

Terugdringen van de antropogene CO₂-uitstoot

Middels het Kyoto-protocol hebben landen in mondiaal verband afspraken met elkaar gemaakt om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen. Zowel het energiegebruik als de CO₂-uitstoot zijn effectieve indicatoren om in energie- en milieubeleid te gebruiken.^{18,19}

De Europese Unie (EU-27) heeft aangegeven de mondiale temperatuurstijging tot 2 graden Celsius te willen beperken.²⁰ Hiertoe moet de mondiale emissie van broeikasgassen in 2050 afgenomen zijn met 25 tot 60% ten opzichte van 1990.²¹ De Europese Unie streeft naar een reductie van tenminste 20% in 2020 ten opzichte van 1990. Op Europees niveau is er overigens wel sprake van een daling van de CO₂-uitstoot, namelijk van ongeveer 5% in 2005 ten opzichte van 1990. Wereldwijd zal echter de verlaging van de uitstoot van broeikasgassen een onuitvoerbare zaak worden als ook niet Amerika, Australië, China, India en Rusland eraan meedoen.²²

Het Nederlandse kabinet heeft nog ambitieuzere plannen geformuleerd dan de EU en wil een reductie tot stand brengen van 30% van de emissie van broeikasgassen in 2020

17 Platform Communication Climate Change, *De staat van het klimaat 2007*, uitg. RIVM, Nederland, 2008.

18 Lee Schipper, R. Haas, *The political relevance of energy and CO₂ indicators – An introduction*, in *Energy Policy*, vol. 25, 639-949, Elsevier Science Ltd., 1997.

19 N. Chambers, C. Simmons, M. Wackernagel, *Sharing Nature's Interest. Ecological Footprints as an indicator of Sustainability*, Earthscan, London, 2000.

20 Milieu- en Natuurplanbureau, *Milieubalans 2007*, Bilthoven, Nederland, 2007.

21 De voorspellingen gaan gepaard met grote onzekerheidsmarges.

22 Jasper von Grumbkow, *Sociale dilemma's van duurzame ontwikkeling: over begeerte, macht, competitie en het leger van ongeborenen*, pp. 49-62, in 'Rietje van Dam-Mieras, B. Beusmans (red), *Natuurlijk ondernemen. Kompas op de toekomst*, uitg. SECLDO, Heerlen, Nederland, 2006.

ten opzichte van 1990.²³ In Nederland is tussen 1990 en 2006 de CO₂-uitstoot (in CO₂-equivalenten) echter toegenomen met 4%. Op dit moment stoten we ongeveer 240 miljard kg CO₂-equivalenten uit.¹⁴ Er is in de afgelopen twee jaar wel sprake van een daling (2,1%) in de CO₂-uitstoot ten opzichte van 2004, maar het is nog steeds meer dan in 1990. Nederland haalt de in het Kyoto-protocol afgesproken reductie van emissies (6% in 2008 tot 2012 ten opzichte van 1990) alleen door de afname van emissie van niet-CO₂ broeikasgassen en door grote hoeveelheden emissierechten in het buitenland te kopen. Om een daadwerkelijke emissiereductie tot stand te brengen, zijn radicale veranderingen nodig.

Duurzame energiebronnen, energiebesparing en verbetering energie-efficiëntie

Duurzame energiebronnen worden gedefinieerd als energiebronnen die direct of indirect gebruik maken van de energie uit zonnestraling, aardwarmte of gravitatie. Dit zijn zon, wind, golven en getijden, waterkracht, sommige vormen van biomassa en omgevingswarmte. Het gebruik van duurzame energiebronnen gaat niet gepaard met CO₂-emissies. Wanneer Nederland erin slaagt volledig over te schakelen op duurzame energie, dan zal de uitstoot van broeikasgassen vrijwel volledig wegvallen. Dit zal echter nog wel even op zich laten wachten. Het Nederlandse beleid streeft naar een bijdrage van duurzame energie aan de totale energiebehoefte van 5% in 2010 en 20% in 2020. De bijbehorende energietransitie wordt op allerlei manieren in gang gezet. Op dit moment is de bijdrage volgens de hier ten lande gebruikte definitie slechts 2,8%.²⁴ En de definitie van duurzame energie is zeer ruim, waardoor bijvoorbeeld ook vuilverbranding daaronder valt. Er is bovendien sprake van een stagnatie in de groei van de productie van duurzame energie; er zijn grote wijzigingen in het energiebeleid nodig om de doelstellingen te halen.

Naast de omschakeling naar duurzame energiebronnen zijn energiebesparing en verbetering van de energie-efficiëntie mogelijkheden om CO₂-uitstootreductie te bewerkstelligen. Dat kan bijvoorbeeld via het toepassen van nieuwe technologieën en van proces- en systeeminnovaties. Van vele energiediensten is de energie-efficiëntie daarvoor in de afgelopen honderd jaar al sterk verbeterd.

Tussen 1990 en 2006 nam de CO₂-emissie toe met 4%, een factor 1,04. In diezelfde periode nam het bruto binnenlands product toe met een factor 2,2 (dus meer dan een verdubbeling). Het energiegebruik nam toe met 20%, een factor 1,2.¹⁴ Deze cijfers laten zien dat er een aanzienlijke verbetering van de energie-efficiëntie is gerealiseerd tussen

23 Milieu- en Natuurplanbureau, A.P. van Wezel, *Milieu en Duurzaamheid in regeerakkoord 2007*, rapportnr. 500085003, Bilthoven, Nederland, 2007.

24 Zie CBS-publicatie 21-4-2008 op website <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/industrie-energie/publicaties/artikelen/archief/2008/2008-90120-wk.htm>; publicatie vindt 3x per jaar plaats, [website benaderd op 22-4-2008].

1990 en 2006; echter doordat de groei zo sterk is, blijft de uitstoot van broeikasgassen stijgen. We doen alles energie-efficiënter, maar we doen ook steeds meer!

Nederland heeft zichzelf een energiebesparing van 2% per jaar opgelegd. Maar besparingen worden op dit moment teniet gedaan door een groter energiegebruik op bepaalde terreinen, met name bij het transport, waar sprake is van een flinke volumegroei. Ook het energiegebruik in de ICT-sector stijgt hard.²⁵ Door het doorvoeren van allerlei typen besparingen op het gebruik, de infrastructuur (energie-efficiënt koelconcept) en door de ingebruikname van energiezuinige apparatuur, kan de groei van het energiegebruik in deze sector flink geremd worden.

Concluderend moeten zowel in Nederland als in Europa, gezien de gerealiseerde CO₂-reductie in 2005, de CO₂-emissiereducties in de periode 2005 tot 2020 worden aangescherpt met bijna een factor vijf.²⁶ De omschakeling naar een duurzame energievoorziening, bestaande uit het gebruik van duurzame energiebronnen en het toepassen van energiebesparingen, zal de komende decennia mondiaal moeten plaatsvinden, willen we niet kopje-onder gaan.²⁷

Energiegebruik en CO₂-emissies in het onderwijs

Met deze gegevens in het achterhoofd wil ik nu overschakelen naar het onderwijs. Het grootste deel van het energiegebruik in Nederland vindt plaats in de industrie (36%), de huishoudens (23%) en de landbouw en visserij (15%).²⁸ Transport neemt 11% in en de overheid en niet-commerciële dienstverlening eveneens 11%. In de sector transport is de afgelopen jaren het volume gegroeid en in de industrie gedaald.

Onderwijs maakt deel uit van de sector overheid. In Engeland wordt het energiegebruik van het hoger onderwijs geschat op 1,6% van het energiegebruik van de industriële, commerciële en publieke sector. Dit is exclusief het energieverbruik voor transport van en naar de instellingen voor hoger onderwijs. Dat lijkt gering, maar er is in Engeland sprake van een stijgende lijn (plm. 2% per jaar). In Nederland is het energiegebruik van het onderwijs berekend via de betalingen voor aardgas en elektriciteit. De berekeningen

25 S.H. Clevers, R. Verweij, *ICT stroomt door: inventariserend onderzoek naar het elektriciteitsverbruik van de ICT-sector en ICT-apparatuur*, Tebodin Consultants and Engineers, Den Haag, 2007. Grootste gebruiker van ICT is overigens het entertainment (42%).

26 Milieu- en Natuurplanbureau, L.G. Wesselink, H. Eerens. J. Vis J, *EU 2020 climate target: 20% reduction requires five-fold increase in impact of CO₂ policies*, Rapportnr. 500094007, Bilthoven, The Netherlands, January 2008.

27 Lucas Reijnders, Bert de Reuver, Egbert Tellegen (red.), *Toekomst in het groot*, hfdstk 2, Amsterdam University Press, Nederland, 2007.

28 Zie Centraal Bureau voor de Statistiek, Jaarrekeningen 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006.

voor 2006 komen uit op 27 PJ.^{29,30} Dit komt overeen met ongeveer 0,8% van ons totale energiegebruik. De bijbehorende CO₂-emissies bedragen 1300 miljoen kg. Hoewel het energiegebruik in het onderwijs zondermeer bescheiden genoemd kan worden, is het om een aantal redenen toch van belang er aandacht aan te besteden.

Allereerst heeft Nederland hoge ambities op hoger onderwijsgebied. Voor de verdere ontwikkeling van de kennisintensieve maatschappij is continue scholing (leven-lang-leren) van belang. “Nederland wil een hoogwaardige kennismaatschappij zijn, waarin alle burgers maximaal worden uitgedaagd om het beste uit zichzelf te halen. Nederland behoort nog lang niet tot de meest dynamische kenniseconomieën ter wereld. Een samenhangende en gezamenlijke aanpak van leven lang leren (LLL) is noodzakelijk”, aldus de Raad voor Werk en Inkomen in februari 2008.³¹ Ook een hoger percentage hoger opgeleiden is gewenst. Daarnaast spreekt het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen in het kader van de ontwikkeling van een ambitieuze studiecultuur de wens uit de internationale mobiliteit van studenten en docenten via gerichte programma’s te vergroten.³² De verwachting is daarbij dat méér mensen zullen deelnemen aan het onderwijs én dat zij daarbij meer zullen reizen. In de betreffende notitie wordt echter met geen woord gerept over de milieu-impact van de genoemde doelstellingen. We zullen hier nog op terugkomen.

Een tweede, en tevens de belangrijkste reden om het onderwijsgerelateerde gebruikscijfer niet te licht op te vatten, wordt nader toegelicht in het volgende hoofdstuk. Daar zal blijken dat een aanzienlijk deel van het energiegebruik voor onderwijs bij andere posten terecht komt, waardoor het feitelijk energiegebruik van onderwijs aanzienlijk hoger is dan blijkt uit de traditionele wijze van berekenen.

29 Persoonlijke communicatie S. Schenau (CBS), april 2008; bovenwaartse bijstelling tot 27 PJ (15 PJ aardgas, 5 PJ elektriciteit, 5 PJ warmte, 2 PJ rest) van voorlopige cijfers in publicatie ‘Centraal Bureau voor de Statistiek, Milieurekeningen 2006, Heerlen, 2007’.

30 Het energiegebruik van het onderwijs wordt bepaald via monetaire cijfers uit de Nationale Rekeningen (jaarlijkse publicaties CBS).

31 Raad voor Werk en Inkomen, *Een open en flexibele infrastructuur voor Leven lang leren*, notitie februari 2008.

32 Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, *Het hoogste goed: strategische agenda voor het hoger onderwijs-, onderzoek- en wetenschapsbeleid*, druk. Kon. De Swart, Den Haag, nov. 2007.

4 Milieu-impact van het contactonderwijs-, schriftelijk afstandsonderwijs- en online onderwijssysteem

Inleiding

Binnen het hoger onderwijs wordt duurzaamheid vooral vertaald in 'duurzame ontwikkeling als inhoudelijk thema in het onderwijs' en 'duurzaamheid van de campus', in het Engels treffend 'greening the curriculum' en 'greening the campus' genoemd.³³

De afgelopen jaren is er veel gebeurd op dit gebied: wereldwijd, in Nederland, en ook in onze eigen faculteit, waar we duurzame ontwikkeling op innovatief didactische wijze verweven hebben in ons curriculum van de milieu-natuurwetenschappen.³⁴ Onderzoek naar de milieu-impact van het hoger onderwijs als integraal onderwijssysteem is echter schaars.

In het kader van het leven-lang-leren, de toenemende individualisering en de groeiende internationalisering, is het interessant en inzichtelijker om het genoten onderwijs niet vanuit het perspectief van de aanbieder, maar van de student (de afnemer) te bekijken. De duurzaamheid van producten en diensten wordt al langer vanuit dit perspectief onderzocht. Men zoekt naar energiezuinige oplossingen en, voor radicalere wijzigingen, naar duurzame systeeminnovaties.³⁵

Beschouwingen over de inrichting van het onderwijs worden gedomineerd door sociale, economische, onderwijskundige en kosteneffectieve aspecten. Het is nodig om hier het duurzaamheidsaspect aan toe te voegen.

Specifiek voor online onderwijs geldt dat vooral onderwijskundige effecten onderwerp van onderzoek zijn.³⁶ Er zijn nog nauwelijks kwantitatieve onderzoeksresultaten beschikbaar over de milieu-impact ervan. Het effect van de transformatie van een dienst met ICT-middelen is wel bekend: de grootste winst wordt geboekt door het wegvallen of het afnemen van het gebruik van transportmiddelen.³⁵

33 Zie voor publicaties en activiteiten op dit gebied <http://www.dho.nl/> (Stichting Duurzaam Hoger Onderwijs).

34 Joop de Kraker, Angelique Lansu, Rietje van Dam-Mieras (eds.), *Crossing Boundaries. Innovative learning for sustainable development in higher education*, Verlag für Akademische Schriften, Frankfurt am Main, 2007.

35 Arnold Tukker, Martin Charter, Carlo Vezzoli, Eivind Stø, Maj Munch Andersen, *System innovation for sustainability: perspectives on radical changes to sustainable consumption and production*, Greenleaf Publishing, United Kingdom, 2008.

36 Allison Littlejohn (ed.), *Reusing Online Resources: A Sustainable Approach to E-Learning*, Routledge, UK, 2003.

Recent heeft een Engelse onderzoeksgroep voor het eerst een uitgebreid kwantitatief onderzoek verricht naar de milieu-impact van verschillende onderwijssystemen.³⁷ De resultaten zijn verbijsterend. Tegelijkertijd zijn ze achteraf ook goed te begrijpen. Ik toon u in deze oratie de resultaten van dit onderzoek. We kunnen daarmee de vraag beantwoorden of bepaalde onderwijssystemen kunnen bijdragen aan het terugdringen van de CO₂-uitstoot, en of ze daarmee effectief ingezet kunnen worden als instrument in het klimaatbeleid.

Indicatoren voor de milieu-impact van onderwijs: energiegebruik en CO₂-emissie

We focussen in dit kwantitatieve onderzoek op de milieu-impact van onderwijs. We bepalen de milieu-impact van een student die een cursus volgt in één van de verschillende onderwijssystemen. We hebben niet gekeken naar de sociaal-economische aspecten, onderwijskundige aspecten, en ook niet naar de verschillen in kosteneffectiviteit.

Als indicatoren voor de milieu-impact van een onderwijssysteem nemen we het energiegebruik en de CO₂-uitstoot. Het onderwijs heeft uiteraard op meer terreinen effecten op het milieu: het afval, de emissies naar het water en de bodem, de biodiversiteit, het gebruikte landoppervlak, de geluidshinder, enzovoort. De effecten zijn in het algemeen (en over het geheel van het hoger onderwijs genomen) gering ten opzichte van de effecten van de andere economische activiteiten op deze terreinen.³⁸

Van een bepaald energiegebruik kunnen de bijbehorende CO₂-emissies bepaald worden, afhankelijk van de gebruikte energiebron bij de productie van die energie. We gaan uit van de energiebronnen die in 2000 gebruikt werden (olie, gas, steenkolen, enzovoort) met de daarbij behorende energie-efficiënties.

Systeemmodellen voor contactonderwijs, schriftelijk afstandsonderwijs en online onderwijs: vereenvoudigingen en aannames

Hieronder beschrijven we achtereenvolgens de drie typen onderwijssystemen die we onderscheiden en onderzoeken. De indeling in deze drie systemen is een vereenvoudiging en een interpretatie van de werkelijkheid.

37 Robin Roy, Stephen Potter, Karen Yarrow, *Designing low carbon higher education systems: environmental impacts of campus and distance learning systems*, International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 9, 2, 116-130, 2008.

38 Overigens kan het effect van afval op het milieu bij technische universiteiten, de bèta- en geneeskundefaculteiten wel aanzienlijk zijn. Een uitgebreider onderzoek zou zich hierop kunnen richten.

- **Contactonderwijs**

Bij contactonderwijs gaan we uit van een door een student gevolgde cursus aan een reguliere universiteit (soms een campusuniversiteit, soms een stadsuniversiteit) uit een regulier academisch programma. De student woont op de campus, in studentenhuysvesting in een stad, of thuis bij de ouders en bezoekt de campus voor colleges en andere onderwijsactiviteiten.

- **Schriftelijk afstandsonderwijs**

Bij afstandsonderwijs bestelt de student een cursus bij een afstandsuniversiteit. De cursus bestaat grotendeels uit schriftelijk materiaal en eventueel voor een beperkt deel uit elektronisch materiaal. Docent en student zien elkaar fysiek weinig. De docent (de ontwikkelaar is vaak niet dezelfde als de begeleider) is intensief betrokken bij het ontwikkelingsproces van de cursus, naar het model van de begeleidde zelfstudie. De cursus kan daarna vele jaren gebruikt worden. Begeleiding vindt plaats door de begeleider via e-mail, telefoon, discussiefora of computerconferenties. Er is sprake van een geringe interactie via de computer tussen student en docent en studenten onderling (maximaal 10% van de studietijd). De student studeert grotendeels thuis, maar er worden voor de begeleiding (meestal facultatieve) regionale bijeenkomsten georganiseerd (f2f tussen de student en de begeleider); de begeleiding en tentaminering vinden plaats op een studiecentrum.

- **Online (afstands)onderwijs**

Bij de online cursussen gaat het zowel om online varianten van regulier universitair onderwijs als om online varianten van regulier afstandsonderwijs.³⁹ Het materiaal wordt grotendeels elektronisch uitgeleverd via het internet of een cd-rom; vaak wordt er nog wel iets aan schriftelijk materiaal toegestuurd, maar minder dan in de beide andere onderwijssystemen. De meeste begeleidingssessies vinden online (via internet) plaats; er zijn geen of zeer weinig f2f-bijeenkomsten tussen student en docent. Het blijkt dat tijdens de online cursussen studenten zelf in geringe mate f2f-contact zoeken. Studenten zijn tijdens hun cursus ongeveer 2/3 van de benodigde studietijd online. Het (online) tentamen wordt op de universiteitslocatie of het studiecentrum afgenomen.

39 In totaal werden 4 online cursussen genomen waaraan ruim 900 studenten deelnamen. Hiervan was één cursus van een reguliere universiteit en drie cursussen van een universiteit voor afstandsonderwijs. De cursus van de reguliere universiteit had de minste studenten en was het meest energiezuinig van de vier cursussen. Om statistisch significante informatie over alleen online cursussen aan reguliere universiteiten te krijgen, is uitgebreider onderzoek nodig.

Voor de bepaling van de totale milieu-impact van een onderwijssysteem onderscheiden we de volgende vijf aspecten, die alle zowel betrekking hebben op de student als de docent:

- **energiegebruik van eigen computer(s)**

Hierin is meegenomen de aanschaf van de computer en de computerslijtage tijdens de cursus. Vervanging van computers vindt gebruikelijk eens in de drie jaar plaats; er is ook enig energiegebruik meegenomen voor de updates van de programmatuur. De berekeningen van het online energiegebruik van de computer zijn afhankelijk van de complexiteit van de verbindingen en van de server waarmee een verbinding wordt gelegd (locaal of juist ver weg).⁴⁰ Bij de berekeningen is aangenomen dat in online onderwijs de computer 2/3 van de tijd online wordt gebruikt, tegenover 1/10 van de tijd in de andere cursussen.

- **papiergebruik**

We tellen hier mee: het papier van cursusboeken, de zelfgemaakte afdrukken, de uitdraaien van e-mails, enzovoort.

- **reizen voor de cursus**

Deze betreffen de afgelegde afstanden en hun modaliteiten: trein, auto, vliegtuig, (motor)fiets, te voet. Het gaat om het reizen van huis naar universiteitslocaties, bibliotheek of studiecentra.

- **energiegebruik op de universiteit en het studiecentrum**

Voor de campusuniversiteit of het gebouw nemen we mee het gebruik van elektriciteit, verwarming, ICT-infrastructuur, enzovoort.

- **energiegebruik thuis**

Dit gebruik is benaderd door alleen de verwarmingenergie mee te tellen die gebruikt wordt ten behoeve van het studeren, omdat het energiegebruik voor verlichting in vergelijking met het gebruik voor verwarming aanzienlijk lager is. Daarnaast nemen we aan dat voor studenten die gebruik maken van studentenhuysvesting of verhuisd zijn voor hun studie, de volledige thuisverwarming tijdens het studeren wordt meegeteld. Van een thuiswonende student wordt alleen de *additionele* verwarming meegerekend; de extra verwarming die tijdens het studeren gebruikt wordt. De overige gezinsleden (indien daarvan sprake is) hebben immers ook verwarming nodig, zodat het huis om die reden al wordt verwarmd. Ik kom hier later nog op terug.

⁴⁰ H. Remmerswaal et al., *Comparison of different methods of sending messages on the basis of Life Cycle Analysis*, in 'Proceedings towards Sustainable Product Design Conference 6', Amsterdam, pp. 178-182, 2001.

Energiegebruik en CO₂-uitstoot per student per cursus

In het onderzoek⁴¹ zijn twintig cursussen uit de bachelor- en masterfase onderzocht, verspreid over universiteiten in het Verenigd Koninkrijk. De onderzochte cursussen waren verdeeld over contactonderwijs, duaal onderwijs, afstandsonderwijs en online onderwijs.⁴²

Het onderwerp van de cursussen had in de meeste gevallen betrekking op duurzaamheid en in de overige gevallen op internet.^{43,44}

Alle data zijn omgerekend naar het energiegebruik en de CO₂-emissie per student per 100 studie-uren. Die 100 studie-uren noemen we voor het gemak één cursuseenheid, zodat we per cursus kunnen spreken. Het zijn genormaliseerde berekeningen: gemiddelden per student en per 100 studie-uren. De cursussen hadden soms een belasting gelijk aan 100 studie-uren, maar vaak waren ze langer in tijdsduur. Als dat het geval was, dan werd het energiegebruik terug gerekend naar de 100 studie-uren.

Het gedane onderzoek is voor de meeste onderzochte aspecten waarschijnlijk redelijk representatief voor de Nederlandse situatie. Ik kom hier nog op terug.

Resultaten

Het nieuwe en bijzondere van het onderzoek van Roy et al. is dat de milieu-impact van het onderwijs per student en per studeereenheid zichtbaar wordt gemaakt. Hierbij moet allereerst vermeld worden dat de spreiding voor wat betreft de milieu-impact bij de contactonderwijs-cursussen behoorlijk is. Zo komt het volgen van een cursus aan een compacte en energie-efficiënte campus voor de student op een lager energiegebruik uit dan wanneer een minder energie-efficiënt gebouwencomplex wordt bezocht. Ook maakt het uit of een cursus veel buitenlandse studenten heeft. Desondanks geven de gemiddelden door het grote aantal onderzochte cursussen, wel een goed beeld van elk van de onderwijssystemen.

41 Tussen 2000 en 2003 werden in totaal 1460 studenten en 130 docenten ondervraagd. Via enquêtes onder studenten en docenten zijn de individuele gegevens verzameld. Data over energiegebruik en gebruikte energiebronnen in universiteitsgebouwen, studentenhuisvesting en huiselijk energiegebruik zijn tevens via organisatiedocumenten en statistische landelijke data verzameld.

42 Duaal onderwijs wordt in deze oratie verder niet behandeld, omdat het een mix is van contactonderwijs en online onderwijs. Zie voor de onderzoeksresultaten Roy et al., 2008.

43 Voorbeelden van cursustitels: 'Corporate environmental management', 'Resource use and sustainable development', 'Global environmental issues', 'You, your computer and the internet'.

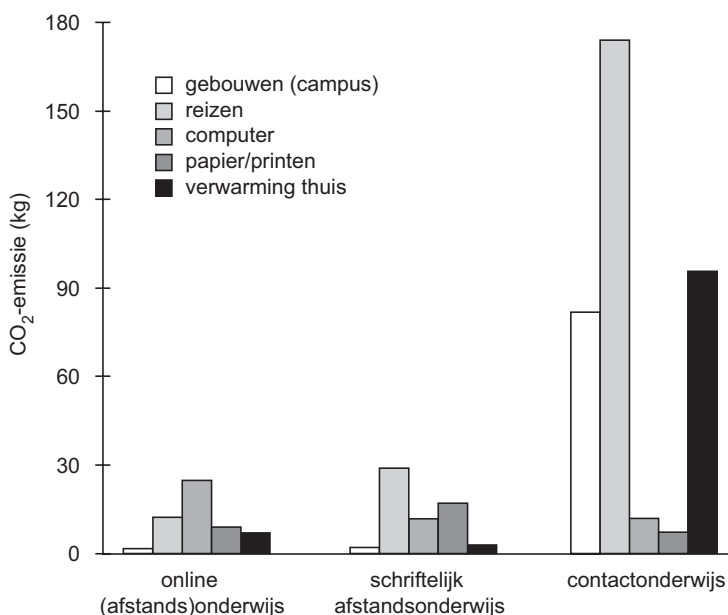
44 Overigens is in het onderzoek ook nagegaan of het volgen van de cursussen bij de studenten tot gedragsveranderingen leidt op het gebied van duurzaamheid. Zie de referenties in het artikel van Roy et al. 2008.

Ik laat u hieronder de totaalresultaten zien (zie tabel 1 en figuur 3). Vervolgens zullen we deze op hoofdpunten bespreken. Het voert te ver om in deze oratie uit te wijden over de details, die overigens wel een schat aan interessante informatie bevatten.

Tabel 1 Energiegebruik van online (afstands)onderwijs, schriftelijk afstandsonderwijs en contactonderwijs (gemiddelde per student per 100 studie-uren)

Energie (MJ)	gebouwen (campus)	reizen	computer	papier/ printen	verwarming thuis	totaal
online (afstands)-onderwijs	17,6	139,1	208,1	69,9	101,2	535,8
schriftelijk afstandsonderwijs	17,8	375,2	83,2	155,8	39,3	671,2
contactonderwijs	883,0	2304,4	119,7	66,3	1193,5	4567,0

(bron: Roy et al., 2008)



Figuur 3 Grafiek met de gemiddelde CO₂-uitstoot per student per 100 studie-uur (per onderdeel) van contactonderwijs, schriftelijk afstandsonderwijs en online onderwijs.

(bron: Roy et al., 2008)

Opvallend in de tabel is het hoge aandeel voor thuisverwarming bij contactonderwijs. Zie blz. 30 voor een toelichting.

Online onderwijs versus contactonderwijs; rematerialisatie

In de totaalvergelijking, zowel wat betreft het energiegebruik als de CO₂-uitstoot, is het verschil tussen online onderwijs en contactonderwijs een factor 8 tot 9: het verschil is dus 800 tot 900%! Daarmee is online onderwijs vele malen zuiniger in energiegebruik

en CO₂-uitstoot dan de andere onderwijssystemen. Wanneer op één en dezelfde campus een reguliere f2f-cursus met een online cursus wordt vergeleken, is het verschil zelfs een factor 10!

Zoals u in de tabel en de grafiek kunt zien, worden de belangrijkste besparingen bij online onderwijs bereikt door het beperkte reizen van student en docent, het beperkte gebruik van f2f-bijeenkomsten en het beperkte energiegebruik voor thuisverwarming.

Het gebruik van computer en papier veroorzaakt kleinere onderlinge verschillen tussen de onderwijssystemen. Bij contactonderwijs leveren papier- en computergebruik een relatief geringe bijdrage aan het totaalverbruik, ongeveer 5%. Bij online onderwijs is echter de bijdrage van computer- en papiergebruik ruim 60%, dus wel een aanzienlijk deel van het totaalverbruik.

Ook is te zien dat het computergebruik bij de online cursussen, zoals te verwachten, het grootst is. Opvallend is echter dat het papiergebruik in de online cursus zelfs iets groter is dan bij een f2f-cursus: een grotendeels gedematerialiseerde cursus wordt door studenten thuis via hun printers en de aanschaf van boeken of tijdschriften gerematerialiseerd. Een deel van de studenten (slechts een minderheid print bijna niets) wil graag om allerlei redenen afdrukken hebben: het leest prettiger dan vanaf scherm (20%), je kunt het overal mee naar toe nemen (30%), je kunt er aantekeningen op maken (16%) en je houdt beter zicht op het eigen leren en leerproces (14%). Daarnaast valt op dat de extra verwarming thuis 's avonds plaatsvindt: er wordt blijkbaar veel 's avonds achter de computer gezeten.

Rebound-effecten in online onderwijs

Wanneer een methode voor energiebesparing tot meer verbruik en dus meer milieubelasting leidt, dan is dit een onbedoeld averechts effect. Dit wordt het rebound-effect genoemd (naar het Engelse woord 'rebound': terugspringen). Een voorbeeld hiervan uit het dagelijkse leven is de spaarlamp. Wanneer een gloeilamp door een spaarlamp wordt vervangen, leidt dit tot een behoorlijke energiebesparing. Bij nogal wat mensen bestaat vervolgens de neiging de spaarlamp langer aan te houden dan de gloeilamp en zelfs meer spaarlampen in te schakelen dan eerder gloeilampen, omdat het toch zo weinig energie en geld kost. Met veel ingeschakelde spaarlampen krijgt een deel van de gebruikers zelfs het gevoel dat ze veel sparen. Dat heet een rebound-effect. In economische zin is een rebound effect gekoppeld aan de financiële besparingen die optreden. Energieverbruik kost geld, en als men minder energie verbruikt houdt men geld over dat anders wordt besteed. Die andere bestedingen gaan echter ook weer gepaard met energieverbruik.

Los van de kwestie van de relatieve kosten van online en contactonderwijs, zijn bij online onderwijs de volgende rebound-effecten te zien:

- in het begin hebben studenten de neiging veel te downloaden en af te drukken. Later in de studie wordt de student selectiever

- studenten willen elkaar toch informeel f2f ontmoeten, ook bij online cursussen
- studenten verwarmen hun huis langer en vooral later op de avond dan ze tijdens gewoon studeren zouden doen. Het internet wordt blijkbaar vooral laat op de dag gebruikt.

Deze rebound-effecten wegen echter op tegen minder student/docentreizen en minder gebruik van de campusfaciliteiten ten opzichte van de reguliere cursussen in afstandsonderwijs en contactonderwijs. Het eindresultaat is daarom nog altijd een lager energiegebruik ten faveure van online onderwijs.

ICT en milieuwinst

We moeten voorzichtig zijn alle milieuwinst van online onderwijs alleen aan de digitalisering toe te schrijven. De meeste winst wordt geboekt door het beperken van het reizen en het efficiënt gebruiken van gebouwen. ICT heeft alleen een positief milieu-effect als door het gebruik ervan het energie-intensieve reizen afneemt en gebouwen op energiezuinige wijze gebruikt worden. Een hele effectieve manier om dit laatste voor elkaar te krijgen, is het 'meeliften' met reeds bestaande infrastructuur, zoals bij online onderwijs en afstandsonderwijs gebeurt, waar deels gebruik gemaakt wordt van de thuiswerkplek en/of arbeidsplek. Alleen als ICT de transporteisen helpt verlagen en het mogelijk maakt een bestaande dienst te delen met andere diensten, zonder veel rebound-effecten te genereren, zal ze bijdragen aan duurzaamheid.

Aangezien de ICT-sector zelf steeds meer energie gebruikt, blijft het van belang om aandacht te besteden aan energiezuinige computers, efficiënte programmatuur, en een langere en milieuvriendelijkere vervangingscyclus van computers.²⁵ We kunnen dus niet ongebreideld aan het energievretende '*serious gamen*' slaan in het onderwijs, tenzij onze energiebronnen volledig duurzaam zijn. Maar dat ligt niet in het verschiep in de nabije toekomst.

Systeemgrenzen contactonderwijs: uitbreiding naar studentreizen en studenthuisvesting

In de onderlinge vergelijking tussen instellingen voor contactonderwijs is wat betreft het energiegebruik het volgende nog vermeldenswaardig: de meest efficiënte campus gebruikte minder dan 1/3 van de energie die de minst efficiënte campus gebruikte.⁴⁵ Desondanks droeg zelfs de minst efficiënte campus maar voor 1/5 bij aan het totale energiegebruik en de emissie per student per cursus. De grootste bijdragen aan de CO₂-emissies komen immers van het reizen en de studenthuisvesting; pas daarna komt de universiteitscampus! Belangrijk is daarom dat de systeemgrenzen van het onderwijssysteem worden uitgebreid met het reizen van studenten en hun huisvesting.

⁴⁵ De onderlinge verschillen tussen universiteiten laten we niet kwantitatief zien in deze oratie; zie daarvoor referenties in het genoemde artikel van Roy et. al., 2008.

Daarmee kunnen we een vollediger beeld krijgen van het energiegebruik in het onderwijs om vervolgens effectiever beleid te formuleren voor de milieu-impact.

Schriftelijk afstandsonderwijs

Opvallend is dat schriftelijk afstandsonderwijs een bijna even grote reductie in energiegebruik tot stand brengt als online (afstands)onderwijs. Zoals u kunt zien in de tabel doet schriftelijk afstandsonderwijs het niet veel slechter dan online (afstands)onderwijs; gemiddeld is de milieu-impact ten opzichte van online onderwijs 20% hoger wat betreft het energiegebruik en 12% hoger wat betreft de CO₂-uitstoot. Ten opzichte van contactonderwijs wordt een winst geboekt met een factor 6 tot 7; ook dit is zeer veel te noemen.

In vergelijking met contactonderwijs levert schriftelijk afstandsonderwijs dus flinke energie- en emissiereducties op. Door de schaalvoordelen van het afstandsonderwijssysteem zijn dit vooral reducties in campus-emissies: een eenmaal ontwikkelde cursus kan (met kleine revisies) gedurende vele jaren door vele studenten gevolgd worden. Dit schaalvoordeel treedt al op met enkele tientallen studenten per jaar. Daarnaast is het gebruik van regionale studiecentra gunstig voor de beperking van het energiegebruik voor het reizen van de studenten.

Internationalisering

Bij cursussen waarin buitenlandse studenten participeren, is de milieu-impact drie maal zo hoog als het gemiddelde bij het contactonderwijs: ze zijn een factor 3 méér milieu-belastend dan het gemiddelde contactonderwijs, en 25 maal méér belastend dan online onderwijs. Dit is voornamelijk het gevolg van de vliegreizen van studenten tussen gast- en thuisland. Het vliegen levert met afstand de grootste bijdrage aan het energiegebruik: vele malen hoger dan het energiegebruik van de campus en de thuisverwarming.⁴⁶ In het Verenigd Koninkrijk is de CO₂-uitstoot ten gevolge van reizen voor hoger onderwijs door studenten en docenten de afgelopen drie jaar verviervoudigd.⁴⁷ Vanuit duurzaamheidsoogpunt heeft het weinig zin om de campus of de studenthuisvesting duurzamer te maken als tegelijkertijd de internationale mobiliteit sterk gestimuleerd wordt. Gezien de ambities die Nederland voor tot het hoger onderwijs heeft geformuleerd op het gebied van internationale mobiliteit³², is het de vraag of dit doel op een minder milieubelastende wijze tot stand kan worden gebracht, bijvoorbeeld door een deel van het onderwijs online te laten plaatsvinden en partnerschappen aan te gaan met instellingen in het buitenland om van daaruit het onderwijs te verzorgen. Het toepassen of gebruiken van een uitgekende mix (blended learning) van onderwijsmethoden kan

46 Om precies te zijn, een factor drie hoger dan het energiegebruik op de campus en de thuisverwarming.

47 Tina Fawcett, *'Energy use and carbon emissions from the higher education sector'*, UKERC working paper, Environmental Change Institute, University of Oxford, November 2005.

aanzienlijk bijdragen aan de reductie van het energiegebruik en tegelijkertijd de gewenste internationalisering tot stand brengen. Daarbij pakt tevens het kostenaspect gunstig uit, omdat online onderwijs reis- en verblijfkosten bespaart.

Het lijkt dus raadzaam om in cursussen, bij het grootscheeps inzetten op internationalisering, online onderwijs te combineren met één of enkele intensieve f2f-bijeenkomsten en/of afstandsonderwijs. Zo kan internationalisering op milieuverantwoorde wijze bereikt worden. Uitwisselingsprogramma's zouden daarom veel meer dan nu het geval is, virtuele mobiliteit moeten bevorderen. Bij internationale uitwisselingsprogramma's zou nadrukkelijker ingezet moeten worden op een mix van online en f2f-onderwijs.

In onze eigen masteropleiding Milieu-natuurwetenschappen zetten we al enkele jaren een succesvolle vorm van virtuele internationale mobiliteit in. In de cursus 'European Virtual Seminar on Sustainable Development' werken studenten in internationaal en multidisciplinair samengestelde groepen samen aan duurzaamheidsvraagstukken in Europa.^{48, 49} Zij doen dat vanuit hun eigen omgeving (universiteit of thuis) en hoeven dankzij de inzet van moderne ICT hiervoor niet te reizen. De interactie en begeleiding vinden vooral asynchroon plaats, maar regelmatig zijn er ook real time sessies. De benodigde tools, opdrachten, casussen, richtlijnen, enz. zijn toegankelijk via de cursussite in de elektronische leeromgeving. Alleen de docenten komen eens per jaar bij elkaar om thema's, didactiek en voortgang te bespreken. Een mooi voorbeeld dat navolging verdient ?!

Discutabele aannames?

Het berekenen van energiegebruik en emissiebijdragen gaat gepaard met vereenvoudigingen en aannames. Op elk van die aannames is wel iets aan te merken en ook iets te verbeteren. Het meest discutabel lijkt de aanname voor de thuisverwarming: daar waar studenten uit het regulier universitair onderwijs voor het volle pond worden aangeslagen, wordt bij afstandsonderwijs en online onderwijs alleen de *extra* verwarming in de berekening opgenomen. Wanneer echter het huishouden uit meerdere personen bestaat, zal een deel ervan (iedereen behalve de student) thuis zijn en niet studeren. Het huis moet dan ook verwarmd worden. Dit verklaart waarom alleen de *additionele* verwarming wordt meegerekend.

In een samenleving die tendeert naar groei in het aantal éénpersoonshuishoudens én waarin we een leven-lang gaan leren, zullen de bijdragen voor de thuisverwarming in de

48 Ron Cörvers, Jef Leinders, Rietje van Dam-Mieras, 'Virtual seminars – or how to foster an international, multidisciplinary dialogue on sustainable development'. In: J. de Kraker, A. Lansu, M.C. van Dam-Mieras (eds.), *Crossing Boundaries. Innovative learning for sustainable development in higher education*, Verlag für Akademische Schriften, Frankfurt am Mein, 2007.

49 Open Universiteit Nederland, cursus *European Virtual Seminar on Sustainable Development*, N31211, Heerlen, The Netherlands, 2007.

drie onderwijssystemen dichter bij elkaar komen te liggen. We kunnen voor de aardigheid uitrekenen waartoe het leidt wanneer we voor de drie systemen dezelfde waarde voor de thuisverwarming nemen. We nemen dan de grootste waarde, die van het contactonderwijs, als uitgangspunt. Online onderwijs en schriftelijk afstandsonderwijs zijn dan ongeveer een factor 2,5 tot 3 (in plaats van 6 tot 9) energiezuiniger dan contactonderwijs. Dat is nog steeds 250 tot 300% gunstiger.

Energiegebruik hoger onderwijs 'revisited'

In hoofdstuk 3 meldden we dat het energiegebruik en de bijbehorende CO₂-uitstoot van de onderwijssector gering is ten opzichte van de totale economische activiteiten in Nederland. Wanneer we dit *integraal* bekijken, dan is het verbruik in het hoger onderwijs vele malen hoger dan tot nog toe is opgenomen in de statistieken. Het onderwijs vormt wel een belangrijke factor in de totale energiehuishouding van Nederland. Zoals we al eerder zagen, zijn vooral het transport en de studentenhuisvesting/thuissituatie nieuwe aspecten. Beide werken als een eye-opener: de internationalisering draagt in hoge mate bij aan de CO₂-uitstoot, en de studentenhuisvesting eveneens. Het lijkt dus raadzaam de systeemgrenzen van het onderwijssysteem uit het hier gerapporteerde onderzoek te gebruiken, dus met de uitbreidingen naar studentreizen en studenthuisvesting.

Milieu-impact van studeren per student per jaar: 2 of 20 energieslaven

Het is interessant om nu vervolgens het totale energiegebruik per student per jaar (dus niet per cursus) te bepalen, uitgaande van een volledig jaar studeren. Het energiegebruik voor sporten, uitgaan, vakanties, enzovoort, wordt hierin niet meegenomen. Voor een student in het contactonderwijs komen we dan uit op ongeveer 30%! van het totale energiegebruik per jaar (zie hoofdstuk 3). Dat is dus veel, omgerekend naar energieslaven zijn dat er 20. Het is natuurlijk wel logisch (en te hopen!) dat iemand die fulltime studeert daar veel energie voor gebruikt. Wanneer we echter dezelfde berekening maken voor het online onderwijs, komen we uit op 3,4% van het jaarverbruik, afgerond 2 energieslaven! Er zijn dus mogelijkheden om van onze energieverslaving en energieslaven af te komen.

De Nederlandse situatie

Voor Nederland zijn de Engelse onderzoeksresultaten redelijk goed bruikbaar. Zoals eerder genoemd is er waarschijnlijk verschil in de benodigde reisenergie. De afstanden zijn in Nederland kleiner en er wordt veel gefietst; allebei gunstige factoren voor een lager energiegebruik. Ook de trein is in Nederland minder vervuילend dan in Engeland, waar meer diesels rijden. Het schriftelijk en online afstandsonderwijs in Nederland is, gezien de kleinere aantallen studenten, mogelijk qua milieu-impact niet helemaal vergelijkbaar met dat in het Verenigd Koninkrijk; dit zal goed onderzocht moeten worden.

Het is uiteraard van belang om dit type kwantitatief onderzoek hier in Nederland te doen. Het zal zichtbaar maken hoeveel energiegebruik er nu werkelijk met onderwijs gepaard gaat. Dit zal vele malen hoger dan wat nu in de CBS-statistieken voor onderwijs wordt opgenomen. Dan wordt het ook interessant en belangrijk om naar reductie van het energiegebruik te streven.

Conclusies: dramatische milieuwinst voor online onderwijs en schriftelijk afstandsonderwijs

Niet eerder werd de milieu-impact van verschillende onderwijssystemen in het hoger onderwijs op integrale wijze bepaald en per student per studeereenheid berekend. Deze aanpak maakt de milieu-impact integraal inzichtelijk en herleidt deze tot milieukosten per student.

Het online onderwijssysteem realiseert een dramatische milieuwinst: het is qua energiegebruik en CO₂-uitstoot een factor 8 tot 9 zuiniger dan het contactonderwijssysteem in het hoger onderwijs: het zorgt voor een emissiereductie van 85 tot 90%. Ook het schriftelijk afstandsonderwijssysteem is vele malen (factor 6 tot 7) gunstiger dan contactonderwijs. Online onderwijs en afstandsonderwijs kunnen dus effectief worden ingezet als instrumenten in het klimaatbeleid.

De grootste effecten worden bereikt doordat bij online onderwijs niet of weinig gereisd wordt, er beperkt gebruik gemaakt wordt van universiteitsruimtes en juist meer gebruik gemaakt wordt van ruimtes die voor meerdere doeleinden en door meerdere gebruikers benut kunnen worden. Doordat de verschillen in het computergebruik en papiergebruik tussen de drie systemen geringer zijn, is hier minder winst te behalen. Wel is het raadzaam om bij online onderwijs naar energiebesparingen te zoeken in het ICT-gebruik en de ICT-infrastructuur.

De onderzoeksresultaten laten tevens zien dat 'internationale mobiliteit' in het onderwijs gepaard gaat met een hoog energiegebruik. Vooral in cursussen met buitenlandse studenten vormen de vliegreizen het leeuwendeel van het energiegebruik. Daarnaast laat het onderzoek zien dat 'greening the campus' maar beperkt effectief is; van groter belang zijn immers het reizen van studenten en hun huisvesting.

Bij online onderwijs treden rebound-effecten op in de vorm van extra papier afdrukken en extra thuisverwarming in de avonduren. Interessant is de vermelding van de vermeende 'dematerialisatie' die gepaard gaat met online cursussen. De dematerialisatie aan aanbodzijde (de onderwijsaanbieder) wordt op dit moment nog teniet gedaan door de rematerialisatie bij studenten thuis, die uitgebreid het online materiaal afdrukken en extra tijdschriften of boeken kopen. Het kan zijn dat dit effect in de toekomst verdwijnt, wanneer men meer vertrouwd is geraakt met deze nieuwe wijze van uitlevering van onderwijs.

Duurzame inrichting van online en schriftelijk afstandsonderwijs

Onze eigen instelling, de Open Universiteit, bevindt zich in de transitie van een traditionele schriftelijke afstandsuniversiteit naar een webgebaseerde universiteit, waarbij studenten voor een deel van het (interactieve) leerproces terecht kunnen in de elektronische leeromgeving. Het is van belang deze veranderingen en innovaties op duurzame wijze in te richten en op duurzaamheid te selecteren. Op dit moment is daar maar zeer beperkt aandacht voor.

Uit het aangehaalde Engelse onderzoek blijkt dat bij online (afstands)onderwijs het reizen en de computer de grootste bijdragen leveren aan het totale energiegebruik. Een vergelijkbaar onderzoek zou in Nederland en Vlaanderen uitgevoerd moeten worden om na te gaan of het energiegebruik en de CO₂-uitstoot van de verschillende aspecten tot dezelfde volgorde leiden. Vervolgens kan bepaald worden wat de milieu-impact is, en op welke aspecten besparingen of verbeteringen mogelijk zijn.

Op basis van de gepresenteerde resultaten kunnen de volgende adviezen worden gegeven:

- *opzet en uitvoering van online afstandsonderwijs: computergebruik en papiergebruik*

Het gebruik van de computer levert de grootste bijdrage aan de CO₂-uitstoot bij online afstandsonderwijs. Het verdient aanbeveling om na te gaan hoe de gebruikte ICT-apparatuur en ICT-infrastructuur zo energiezuinig mogelijk kunnen zijn. Apparatuur, programmatuur en infrastructuur kunnen hierop worden gekozen, doorgelicht en (indien mogelijk) aangepast.

Tevens moet bij online onderwijs voorkomen worden dat studenten veel gaan printen: het rebound-effect van de rematerialisatie dient voorkomen te worden!

De Open Universiteit moet een goede balans zoeken tussen het maken en verzenden van schriftelijk materiaal en de behoeften van studenten aan 'prints' of gedrukt materiaal.⁵⁰

Op beide gebieden gebeurt er weinig op dit moment: ook hier is onderzoek en beleid nodig en wenselijk!

- *reisafstanden student: studiecentra*

We zouden idealiter moeten zoeken naar de laagste CO₂-emissie in de relatie tussen de reisafstand en de reismodaliteit van de studenten en vervolgens op dat kruispunt een energiezuinige locatie huren.

Om dit te realiseren, moet er zichtbaar worden gemaakt wat het totale energiegebruik en de CO₂-uitstoot van de totale OU-campus is, dit is de Heerlense campus plus alle

50 Een 'e-bookreader' kan hierin mogelijk een rol spelen en een bijdrage leveren.

studiecentra en de provinciale steunpunten. Het is noodzakelijk om van al deze gebouwen afzonderlijk de gebruikscijfers te kennen en te publiceren. Op dit moment is deze informatie niet goed toegankelijk, en dan druk ik mij eufemistisch uit.

Het sluiten van drie studiecentra en het omvormen van drie studiecentra tot provinciale steunpunten enkele jaren geleden, heeft hoogstwaarschijnlijk, voor een deel van de studentenpopulatie, tot meer reizen geleid en dus tot meer CO₂-emissies. De vraag of dit opweegt tegen het niet meer in stand hoeven houden van die studiecentra c.q. de beperkte dienstverlening in de steunpunten, kan ik hier niet direct beantwoorden: het hangt van de totale emissies af, zowel van studenten als van de (gesloten) huisvesting.

Voor de toekomst zijn meerdere scenario's mogelijk, van het opwaarderen van de provinciale steunpunten tot het concentreren van alle activiteiten in één, groot studiecentrum en voor de rest alles online doen. Een zinnige keuze kan pas gemaakt worden als we weten wat het energiegebruik is van de studiecentra, de provinciale steunpunten en de hoofdvesting. Verder dienen we te weten hoe vaak studenten er komen (en zouden willen komen). Vervolgens moeten beide subtotalen van energiegebruik, campusenergiegebruik en reisenergiegebruik, met elkaar vergeleken worden. Pas dan kunnen we bepalen wat de meest duurzame inrichting van ons online en schriftelijk afstandsonderwijs zou kunnen zijn.

Overigens dienen ook onderwijskundige, sociaal-economische en politieke factoren mee te wegen in de beslissing over de precieze inrichting van ons, zich steeds vernieuwende, onderwijs. Ik kom hier in het volgende hoofdstuk op terug.

Naar duurzame onderwijssystemen

Het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen noemt in haar recente strategische agenda 'Het Hoogste Goed'³² als belangrijke strategische doelen voor het hoger onderwijs 'internationale mobiliteit' en 'meer mensen hoger opgeleid' (dit zijn 2 van de in totaal 7 doelen). De notitie formuleert ambities om via het hoger onderwijs tot een competitieve kennissamenleving te komen. Wat echter nergens vermeld wordt, is de bijbehorende milieu-impact: de beoogde doelen en activiteiten zijn verre van klimaatneutraal. De mogelijkheden van virtuele mobiliteit worden niet genoemd, en bij het leren voor 30-plussers zijn online opties niet expliciet aangegeven. Dit lijkt een flinke omissie en is tevens strijdig met de ambitieuze kabinetsdoelstellingen voor de reductie van CO₂-uitstoot.

Uit het in deze oratie gepresenteerde onderzoek van Roy et al. blijkt dat de milieu-impact van het online onderwijssysteem een factor 8 tot 9 lager is dan die van het contact-onderwijssysteem. Schriftelijk afstandsonderwijs heeft een factor 6 tot 7 lagere impact. De milieu-impact van het hoger onderwijs is veel hoger dan tot nog toe gedacht werd, wanneer het reizen en de student(thuis)huisvesting voor het studeren worden meegeteld.

Internationale mobiliteit gaat gepaard met een zeer hoog energiegebruik. Voor het behalen van de beoogde doelen op klimaatgebied is het aan te raden online onderwijs en afstandsonderwijs in te zetten. Online cursussen, eventueel gecombineerd met een beperkt aantal f2f-bijeenkomsten, verdienen aanbeveling. Ook hier is virtuele mobiliteit een milieuvriendelijk alternatief. Het kan effectief worden ingezet in het klimaatbeleid van de overheid.

Bovenstaande adviezen hebben geen betrekking op andere aspecten van hoger onderwijs, zoals sociaal-economische aspecten, onderwijskundige aspecten of verschillen in kosteneffectiviteit. Voor een finale beslissing moeten de verschillende factoren gewogen worden. Er is veel literatuur beschikbaar waaruit blijkt dat online onderwijs en afstandsonderwijs gelijkwaardige alternatieven zijn op onderwijskundig en sociaal-economisch gebied. Wat betreft de kosteneffectiviteit zijn de integrale kosten voor online onderwijs waarschijnlijk vele malen lager dan voor contactonderwijs, alleen al op basis van de cijfers over het energiegebruik die in deze oratie gepresenteerd worden. Bestaande programma's aan universiteiten en hogescholen die zich richten op verlaging van de milieu-impact van hoger onderwijs, doen er verstandig aan verder te kijken dan "greening the curriculum" en "greening the campus". Ze zouden hun blikveld moeten verbreden naar de milieu-impact van het totale onderwijsproces, waarin studentreizen en studenthuisvesting meegenomen worden.

Het hoger onderwijs kan zich niet verschuilen achter het feit dat het energiegebruik laag is, want ik heb in deze oratie laten zien dat dit kan oplopen tot 30% van het gemiddeld jaargebruik van een full-time studerende persoon. Juist in een sector die wil groeien en zal groeien, dient in het huidige tijdsgewricht nagegaan te worden of dit op duurzame wijze kan. Samenwerking tussen de ministeries van OCW en VROM (en ook EZ) lijkt in dit verband nuttig en vruchtbaar.

Met name voor de onderwijsdoelen op het gebied van een leven-lang-leren en internationalisering is het aan te bevelen voorzieningen te treffen om online onderwijsvarianten mogelijk te maken. Onderwijsinstellingen zouden niet alleen gebruik moeten maken van het standaard contactonderwijs, maar juist dynamische leersituaties en leeromgevingen moeten bevorderen, waarin combinaties van online onderwijs en andere systemen gebruikt worden. De verspreiding van 'smaak, beschaving en geleerdheid' kan dus samengaan met een veel lager energiegebruik en bijbehorende CO₂-uitstoot.

Overigens, om dit hoofdstuk met een persoonlijke noot te besluiten: het contact met de Engelse onderzoeksgroep is alleen online verlopen (via e-mail). De communicatie was prettig en hoogst energiezuinig. Waarschijnlijk komt er wel een keer een f2f-contact. Met de huidige onderzoeksresultaten in het hoofd, mag dat natuurlijk wel een keertje!

5 De 'virtuele klas': synchrone online begeleiding

De milieu-impact van een onderwijssysteem en een onderwijskundige aanpak kunnen elkaar versterken of verzwakken. Een bepaalde onderwijskundige opzet heeft een bepaald milieu-effect. In dit deel van de oratie wil ik ingaan op de onderwijskundige aspecten van een bepaalde vorm van online onderwijs, en die aan het eind verbinden met de milieu-impact.

Ik wil u enkele resultaten laten zien van een experiment voor synchrone online begeleiding dat wij in onze faculteit recent hebben uitgevoerd. Synchroon betekent letterlijk 'in de tijd samenvallend'. Het woord is afkomstig van het Oudgriekse *χρονος* ('tijd') en *σιν* ('samen'). Bij synchrone online begeleiding kunnen studenten en docent(en) gelijktijdig met elkaar communiceren via het internet. Over deze vernieuwing op het gebied van *e-learning* ben ik enthousiast.

Bij informatieverwerking, zo blijkt uit onderzoek, is een meerderheid van de mensen lezer en een minderheid luisteraar.⁵¹ Bij het studeren via afstandsonderwijs wordt vooral de leescapaciteit van de student benut. In f2f-begeleidingssessies op studiecetra wordt dit aangevuld met andere vormen van kennisoverdracht, namelijk de synchroon auditieve en synchroon visuele vormen. In online sessies zijn deze vormen van leren ook mogelijk.

De Studentenraad (waarvan het mij overigens verheugt dat een aantal van zijn leden vandaag aanwezig is) kwam enkele jaren geleden met het verzoek om een bepaald softwarepakket op het gebied van online begeleiding uit te proberen. Onze faculteit heeft de handschoen opgepakt en een pilotproject opgezet en uitgevoerd⁵² voor de *Basiscursus scheikunde*⁵³. Ondertussen worden in meerdere faculteiten enthousiast pilotprojecten uitgevoerd en meerdere softwarepakketten voor online-begeleiding uitgetoetst.

In deze oratie laat ik u, hopelijk zódanig dat ook u de 'smaak' te pakken krijgt, enige opvallende onderwijskundige resultaten zien. We gaan hierbij niet in op de organisatorische, technische en financiële consequenties, maar uiteraard wel op de milieuconsequenties.

Experiment bij de cursus 'Scheikunde'

In de propedeuse van onze bacheloropleiding Milieu-natuurwetenschappen vormen de 'harde' bètavakken zoals scheikunde en natuurkunde voor studenten vaak een struikelblok: ze worden als moeilijk en lastig ervaren. De slagingspercentages voor Scheikunde

51 Guus Pijpers, *Op informatiedieet: naar een beter gebruik van informatie*, Business Contact, Nederland, 2007.

52 Ron Cörvers e.a., *Evaluatierapport 'Pilot Virtual Classroom DijDiDakt cursus Scheikunde'*, Open Universiteit Nederland, Heerlen, september 2006. Het gebruikte softwarepakket heet iLink.

53 Open Universiteit Nederland, cursus *Basiscursus scheikunde: van analyse tot synthese*, N02132, Nederland, 1997.

waren in de periode 2000 tot 2004 laag (40 tot 50%). Dat komt de studiemotivatie waarschijnlijk niet ten goede. De docent en studenten ervoeren verschillende problemen met de facultatieve f2f-begeleidingssessies. Vanwege het beperkt aantal studenten werd besloten de begeleiding alleen in het Studiecentrum Utrecht aan te bieden, omdat anders de exploitatielast van de cursus te hoog werd. De daardoor verlengde reistijden waren een extra reden om minder, maar langere f2f-sessies te organiseren, te weten zes sessies van drie uur. Vanuit milieu-effect is dat goed, maar een onbedoeld effect was dat studenten last hadden van concentratieverlies. Daarnaast werden de sessies helaas vooral door mensen uit de Randstad bezocht. Docent en studenten waren niet tevreden over de manier waarop één en ander liep.

Met het experiment wilden we nagaan of de online begeleidingssessies een verbetering in de situatie konden brengen, met name op het gebied van de begeleiding. De pilot moest tevens uitwijzen of de functionaliteiten van de 'virtuele klas' een acceptabel alternatief boden voor de f2f-begeleidingsbijeenkomsten. In 2006 hebben we daarom de facultatieve begeleiding opgezet via zo'n 'virtuele klas'. Gezien de positieve ervaringen hiermee, hebben we deze begeleidingsvorm in 2007 (en nu ook in 2008) wederom aangeboden. We plaatsen onze ervaringen en resultaten hier ook in de context van de overige pilots aan de Open Universiteit.⁵⁴

Online begeleidingsmodel

Voorafgaand aan de online sessies, komen docent en studenten één keer bij elkaar in het studiecentrum Utrecht voor een f2f-startbijeenkomst. Deze bijeenkomst dient om elkaar te leren kennen, kennis uit te wisselen over het gebruik van de software voor de 'virtuele klas', het opstellen van het rooster, het bespreken van de begeleidingsopzet, enzovoort. Studenten en docent krijgen vervolgens online toegang tot de 'virtuele klas', waarin zij gezamenlijk de lesstof en de bijbehorende vragen bespreken. Docent en studenten, wiens herkomst nu een sterke geografische spreiding laat zien, loggen op een bepaald tijdstip vanuit thuis in op de begeleidingssessie van hun cursus. Het rooster voorziet in acht online sessies van 1,5 uur. De bijeenkomsten zijn zodanig ingedeeld dat er eerst een werkcollege wordt gegeven met daarna een vragenuurtje. Inhoudelijk zijn de online sessies voornamelijk gericht op bepaalde, als lastig ervaren, onderdelen van de leerstof van de cursus.

Tijdens de online sessie wordt qua didactische vorm onderscheid gemaakt in:

- *werkcollege*

Het werkcollege is bedoeld voor de behandeling van een deel van de leerstof, het beantwoorden van korte vragen over de behandelde leerstof, het maken van opgaven

54 Ellen Rusman, Wil Giesbers, *Gebruikerservaringen met een Virtuele Klas*, IPO-project Online Begeleiding, Open Universiteit Nederland, 2008.

(individueel en in tweetallen), het geven van terugkoppeling op de opgaven, een interactieve toetsing van kennis en begrip, en het geven van gerichte uitleg op basis van vragen en antwoorden van studenten.

- *vragenuurtje*

Het vragenuurtje wordt gebruikt voor de beantwoording van specifieke vragen en het geven van uitleg daarbij door de docent en/of (mede)studenten. Studenten sturen deze vragen (in principe) van te voren naar de docent, zodat de antwoorden voorbereid kunnen worden.



Figuur 4 Screenshot van de 'virtuele klas' bij de cursus Scheikunde

P.S. Om privacyredenen is de foto van de docent vervangen door die van Henry van 't Hoff, Nobelprijswinnaar en 'vader' van de stereochemie. Zie noten 59 en 60.

In de 'virtuele klas' hebben de deelnemers de beschikking over een gezamenlijk te gebruiken 'white board' en andere te delen applicaties voor visueel ondersteunde uitleg (formules, modellen, enz.). De docent kan een student de beurt geven of groepjes studenten aan het werk zetten. De docent heeft tijdens de sessie een sterk sturende rol (zij bepaalt wie er aan de beurt is).⁵⁵

De sessies kunnen opgenomen worden en later ook ge-edit worden. Daardoor kan het leermateriaal zowel vooraf als achteraf bekeken worden.

55 Andere softwarepakketten kunnen andere besturingsmogelijkheden ondersteunen.

Een impressie van het samenwerken op een 'white board' in de virtuele klas wordt gegeven in figuur 4.

Ervaringen en resultaten

Studenten

Studenten zijn vooral enthousiast over de efficiëntie en effectiviteit van de online sessies. Door de kortere duur van de sessies ten opzichte van het eerdere begeleidingsmodel blijft de concentratie goed. Studenten geven aan dat zij een positief effect op de studievoortgang ervaren, doordat er in een relatief kort tijdsbestek meerdere sessies gehouden worden. Ze geven verder aan tevreden te zijn over de beschikbare functionaliteit. Na verloop van tijd vinden ze dat er een 'groepsgevoel' ontstaat. Ook benoemen studenten de winst in reistijd en het uitsparen van reiskosten als positief. Tenslotte wordt de 'virtuele klas' als zeer gebruikersvriendelijk ervaren. Om de online sessie goed te kunnen volgen, is wel een rustige werkplek noodzakelijk (bijvoorbeeld een aparte ruimte, waarvan de deur bij voorkeur dicht kan).

Als nadelen worden genoemd: het gemis aan reële sociale interactie en contacten. De ervaring (vooral van het geluid) is wat 'blikkerig'.

Docenten

Het experiment betrof één docent die de cursus gedurende twee studiejaar begeleidde.

De docent noemt de efficiëntie een duidelijk voordeel. Deze treedt op meerdere gebieden op: het ontbreken van reistijd, eenmaal geprepareerd materiaal kan een jaar later met minimale aanpassingen hergebruikt worden (dit vereist wel een voorinvestering). De effectiviteit tijdens de sessies is beter, omdat concepten en problemen meer gestructureerd kunnen worden behandeld. Er worden studenten bereikt uit een groter geografisch gebied, maar ook studenten die andere redenen, behalve de reistijd, hadden om bij eerdere f2f-begeleiding afwezig te zijn (gezinssituatie, werk). De docent geeft, net als de studenten aan, dat de online sessies een gunstig effect op de studievoortgang hebben.

Als nadelen noemt de docent de minder directe en minder sociale contacten met de studenten, en het (nog verder) verhoogde computergebruik. Ook het omvormen van bestaande leermaterialen tot materialen die bruikbaar zijn in de 'virtuele klas' kost tijd en vereist ervaring.

Het slagingspercentage ligt ondertussen rond 60%. Dit is echter niet één-op-één te relateren aan de online sessies. Het tentamen is voorafgaand aan het experiment gewijzigd en dat heeft waarschijnlijk meer effect op het slagingspercentage gehad.

Bovendien is de begeleiding facultatief: een meerderheid van de studenten doet *niet* mee aan de 'virtuele klas'. Desondanks kan gezegd worden dat Scheikunde nu geen struikelvak meer is in de opleiding, en dat is zonder meer een positief resultaat. Door voor degenen die het willen en nodig hebben de 'virtuele klas' aan te bieden, is de studeerbaarheid vergroot, mede door de mogelijkheid de sessie 'in te halen' omdat deze de studenten ook in opgenomen vorm ter beschikking staat.

Voor onze opleiding heeft dit experiment dus positief uitgepakt. Wij blijven de 'virtuele klas' bij Scheikunde inzetten en maken er ondertussen ook bij andere cursussen gebruik van. Een deel van de klassikale f2f-bijeenkomsten kan met de 'virtuele klas' prima vervangen worden door online sessies.

Alstublieft niet alleen online begeleiding

In de overige tien pilotprojecten⁵⁴ die ondertussen universiteitsbreed afgesloten zijn, komen dezelfde vóór- en nadelen naar voren:

- Online begeleiding wordt door studenten en docenten als een goed en gewaardeerd alternatief gezien voor f2f-bijeenkomsten. De interacties in de 'virtuele klas' zijn door de sterke regie vooral functioneel van aard, waardoor de meer sociale elementen van communicatie minder aan bod komen. De 'virtuele klas' ondersteunt vooral een 'frontale' manier van lesgeven, waarin interactiemogelijkheden aangebracht kunnen worden. Het is een goed instrument om kennis over te brengen en begrip bij studenten te testen.
- Studenten geven aan dat discussies onderling moeilijker verlopen, en open discussies eigenlijk niet goed mogelijk zijn.⁵⁶
- Studenten vinden online begeleiding niet zozeer effectiever als wel efficiënter dan f2f-begeleiding: het geeft de mogelijkheid thuis te werken en reduceert de reistijd. Docenten ervaren verhoogde flexibiliteit en zien voordelen in de behaalde efficiëntie.
- Studenten én docenten noemen als nadeel dat ze geen persoonlijk contact meer hebben, en willen zeker niet alleen online begeleiding in het curriculum opgenomen hebben. Docenten missen ook de directe terugkoppeling van studenten en geven aan dat het instrument voor discussies minder geschikt is.

⁵⁶ Ondertussen wordt in het instellingsbrede project 'Online Begeleiding' ook software getest waarin de functie 'discussiëren en brainstormen' beter ondersteund wordt. Resultaten hiervan worden in het najaar 2008 verwacht.

- Studenten en docenten geven aan dat een 'evenwichtige combinatie, rekening houdend met de specifieke wensen en mogelijkheden van studenten', van online begeleiding en f2f-bijeenkomsten ideaal zou zijn in het curriculum.

In de pilotprojecten die gedraaid hebben, is geen effect te zien op het slagingspercentage. In verder onderzoek kan nagegaan worden of bij cursussen met lage slagingspercentages dit effect wel optreedt.

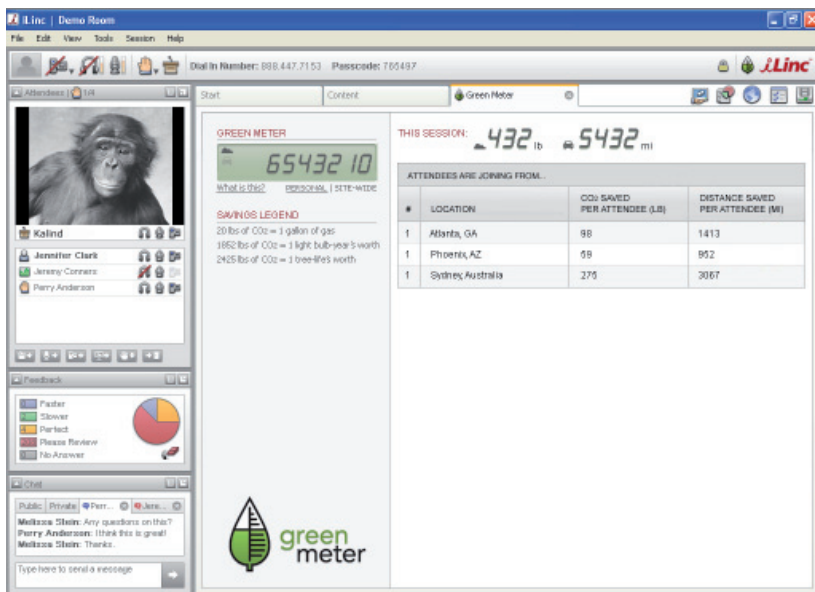
Effectief en efficiënt, maar ook affectief?

Mensen zijn sociale wezens (babbelende en rekenende apen, dus enigszins geletterd en genummerd). Wij kunnen niet alleen maar in ons eentje achter onze computer zitten: we willen op gezette tijden andere mensen zien en f2f en fysiek met hen communiceren. Aan deze verlangens kan de 'virtuele klas' niet of nauwelijks tegemoet komen. Het is niet realistisch om te verwachten dat alle studenten enthousiast reageren. Op affectief gebied is de score van de 'virtuele klas' waarschijnlijk niet hoog, hoewel studenten aangeven na verloop van tijd een groepsgevoel op te bouwen. Aangezien leren ook een sociaal proces is, is het van belang ook dat te faciliteren in het curriculum. Een 100%-online curriculum is niet aan te bevelen, ondanks de positieve resultaten bij Scheikunde in studievoortgang en studiesucces.

Een weloverwogen afweging tussen online en f2f-begeleiding dient gemaakt te worden, zowel op instellings- als op opleidingsniveau.

Online begeleiding en de 'groene meter'

In de 'virtuele klas' kun je tegenwoordig zien hoeveel reiskilometers en CO₂-uitstoot elke sessie bespaart. Met een eenvoudig rekenprogramma wordt de 'centrale afstand' tussen de deelnemers berekend, en vervolgens is op het beeldscherm te zien wat ieder aan de CO₂-emissiereductie bijdraagt (zie figuur 5). Dit eenvoudig programma houdt (nog) geen rekening met het energieverbruik en bijbehorende emissies van de thuisverwarming en van de computer. Maar desondanks is het een mooi begin van bewustwording op milieugebied.



Figuur 5 De 'groene meter' van de virtuele klas (van softwareprogramma iLink)
In de foto linksboven ziet u Kalind, een bonobo uit de San Diego Zoo (VS).⁵⁷

Online onderwijs en duurzaamheid

De 'virtuele klas' is één van de vele vormen waarin online onderwijs gegeven kan worden. Gezien de snelle technologische ontwikkelingen lijkt het erop dat steeds meer mogelijk zal zijn qua informatie-overdracht en communicatie.

Ik heb u laten zien dat het gebruik van de 'virtuele klas' voor studenten en docenten vooral effectiviteits- en efficiëntievoordelen heeft. Maar omdat de affectieve f2f-dimensie zwak is, willen studenten en docenten niet alléén in de 'virtuele klas' zitten. Een weloverwogen online begeleidingsmodel, waarin online sessies met f2f-bijeenkomsten voorkomen, is waarschijnlijk de beste oplossing, onderwijskundig en sociaal gezien. De virtuele wereld biedt veel mogelijkheden, maar is geen vervanging van de reële wereld.

⁵⁷ Voor prachtig onderzoek aan mensapen, waaronder bonobo's en chimpansees, zie het werk van de gelauwerde en van oorsprong Nederlandse wetenschapper Frans de Waal. Lees bijvoorbeeld 'Primates and philosophers: how morality evolved' (2006), 'Our Inner Ape' (2005), 'My family Album' (2003), 'Bonobo: the forgotten ape' (1997), 'Good Natured: the origins of right and wrong in humans and other animals' (1996). Interessant is met name het graduele verschil tussen mens en dier dat Frans de Waal zichtbaar maakt. Dit leidt tot een herbezinning op de westerse filosofie en vormt een brug tussen de biologie en de psychologie. Wetenschappelijk is dit uitermate interessant en het heeft verstrekkende inhoudelijke gevolgen, waaronder de (her)inrichting van sommige wetenschappelijke disciplines.

Vanuit het oogpunt van de beperking van de milieu-impact kan de 'virtuele klas' een positieve bijdrage leveren, omdat het reizen sterk beperkt wordt. Nader onderzoek moet uitwijzen wat de precieze milieu-impact is, en welke milieuwinsten geboekt worden. De studenten die helemaal geen begeleiding gebruiken, dragen het meeste bij aan de energiebesparing. In het onderzoek bij Scheikunde betrof dat de meerderheid van de studenten (de begeleiding was immers facultatief): zij zijn de echte afstandsstudenten. Zij zijn het meest milieuvriendelijk!

6 Oproep of appèl

Blinde vlek

De duurzaamheid van verschillende onderwijssystemen verdient wetenschappelijke en beleidsmatige aandacht, maar is tot nog toe een *blinde vlek* geweest.

In deze oratie heb ik betoogd dat, wanneer gekeken wordt naar het integrale energiegebruik en de CO₂-emissies, online onderwijs en afstandsonderwijs duurzamer zijn dan contactonderwijs. Deze onderwijssystemen kunnen een bijdrage leveren aan het gewenste Nederlands klimaatbeleid, waarin een sterke emissiereductie van CO₂ voor 2020 ten opzichte van 1990 is afgesproken. We hebben immers gezien dat online onderwijs een factor 8 tot 9 lagere CO₂-uitstoot kent dan contactonderwijs.

Appels

Volgens de Nederlandse Taalunie moet appèl tegenwoordig als appel geschreven worden, omdat uit de context duidelijk is wat bedoeld wordt. Deze regel vind ik vanuit het oogpunt van leesbaarheid onbegrijpelijk en ik ben niet de enige. Op deze spellingsregel en andere is massaal protest gekomen, en uiteindelijk is daardoor het Witte Boekje naast het Groene Boekje komen te staan. Gerenommeerde kranten gebruiken het Witte Boekje. Bij voorkeur zou ik appel, tegen de richtlijnen in, gewoon met een 'accent grave' schrijven, hoewel ik besef daarmee in overtreding te zijn. Om deze hele kwestie te omzeilen en niet het verwijt te krijgen dat ik drie appels opgooi, bedien ik mij van het iets zwaardere, meer 'grave', oproep. Overigens zouden de drie appels allen evenveel energie doen vrijkomen indien ze vielen op de hoofden van ministers, bestuurders, wetenschappers en studenten.

Ik wil drie oproepen doen aan verschillende mensen en gremia, gekoppeld aan de in deze oratie gepresenteerde resultaten.

- Ten eerste roep ik de Vereniging van Samenwerkende Nederlandse Universiteiten (VSNU) en de HBO-raad op om hun onderwijssystemen op de milieu-impact door te lichten. Tevens roep ik hen op door het verstandig gebruik van combinaties van onderwijssystemen hun doelen op onderwijsgebied op duurzame wijze vorm te geven, en bij te dragen aan het terugdringen van de CO₂-uitstoot. Vooral op het gebied van internationalisering en een leven-lang-leren liggen veel kansen, waarin innovatieve oplossingen mogelijk zijn. Begin er vandaag nog mee!
- Ten tweede roep ik minister Ronald Plasterk van 'Onderwijs, Cultuur en Wetenschap', minister Jacqueline Cramer van Ruimte en Milieu en minister Maria van der Hoeven van Economische Zaken op om duurzame onderwijssystemen in te zetten bij de

realisatie van de door hen geformuleerde ambities op het gebied van leven-lang-leren en internationalisering, en tevens die ambities beter op elkaar af te stemmen. Wanneer we daadwerkelijk een leven lang gaan leren, is het van belang dat richtingen en oplossingen gekozen worden waarbij het energieverbruik en de CO₂-uitstoot beperkt worden. Duurzame onderwijssystemen zijn met name het online onderwijs en het afstandsonderwijs, of varianten daarvan. In de online-contactonderwijs variant wordt online onderwijs op uitgekiende wijze gecombineerd met slechts enkele f2f-bijeenkomsten.

- Ten derde roep ik studenten en universiteitsmedewerkers, in het bijzonder van mijn eigen universiteit, op grenzeloos van onderwijs en onderzoek te genieten! Houdt daarbij echter rekening met uw eigen milieu-impact. Grenzeloos kan ook virtueel: gebruik uw verbeelding!

Specifiek voor de Open Universiteit is het raadzaam na te gaan wat de integrale milieu-impact van haar online en schriftelijk afstandsonderwijs is. Vooral de aspecten campus (Heerlense campus en studiecentra), het ICT-gebruik en de reisafstanden dienen onderzocht te worden en tegen het milieulicht gehouden.

Vragen die beantwoording behoeven zijn onder andere: hoe kunnen we de reisafstanden van studenten optimaal verkorten en het reizen beperken, hoe kunnen we voor f2f-contacten gebruik maken van samenwerking met opleidingsvoorzieningen elders, hoe kan het ICT-energiegebruik zo milieuvriendelijk mogelijk worden, hoe kan duurzaamheid een criterium worden in het financiële verdeelmodel (het 'allocatiemodel').

Voor de besluitvorming rondom onderwijsvernieuwingen dienen behalve onderwijskundige aspecten (waaronder effectieve en affectieve aspecten), ook de milieu-aspecten mee te wegen. Deze kunnen meegenomen worden in de instellingsbrede onderwijsprogramma's én in de besluitvorming van het College van bestuur.

Prikkels: honoreren van online varianten

Er zijn natuurlijk mogelijkheden om met financiële of fiscale prikkels online varianten van onderwijs te bevorderen: een gedeeltelijke korting op, of terugbetaling van cursusgelden, het verstrekken van vouchers aan de student en/of het verlenen van fiscale voordelen. Dat laatste zou gerealiseerd kunnen worden binnen een verdere vergroening van het fiscale stelsel. Waarom alleen auto's en bedrijven belonen voor groen gedrag? Ook bij hoger onderwijs is dat relevant, gezien de integrale milieu-impact van het hoger onderwijs. Binnen de Open Universiteit is het raadzaam om eveneens prikkels te benoemen om tot verduurzaming van ons onderwijs te komen.

7 Dankwoord en slotwoord

Aan mijn eigen energietransitie is veel zonne-energie en voedsel te pas gekomen. Sinds mijn derde levensjaar, toen ik tot genoeg en vermaak van de omstanders op het balkon tijdschriften op-zijn-kop las, zijn boeken van groot belang voor mijn vorming geweest. Het voelt nog steeds goed om boeken, maar ook ideeën en instituties op hun kop te houden, op hun kop te zetten of op hun kop te geven.

Het belangrijkste voor mijn vorming zijn echter de vele mensen die ik heb mogen, en nog steeds mag, leren kennen en de interactie met hen. Door hen ben ik geworden wie ik ben, en sta ik hier nu. Mijn broer, mijn ouders, grootouders, ooms en tantes, oudooms en oudtantes, neven en nichten, hebben ervoor gezorgd dat het tijdens mijn jeugd en adolescentie niet alleen chaotisch gezellig en leerzaam was. Zij hebben mij ook een schat aan waarden en normen, aan levensmogelijkheden en aan kennis bijgebracht. Met weemoed denk ik terug aan de zomers in Spanje, waar we met z'n allen feestvierden, lekker aten en ruzie maakten, zonder ons van elkaar te verwijderen.

Sinds Howard en ik elkaar kennen is er sprake van een humorvolle consonantie en dissonantie: het blijft levendig. Tijdens de eindsprint naar deze oratie hebben we veel adrenaline en endorfine geproduceerd, zowel door de veelvuldige filosofische als de meer recente redactionele discussies, én door het hardlopen.

Mijn academische carrière, indien je het zo wilt noemen, is begonnen aan de Universiteit van Amsterdam, en heeft mij via de Rijksuniversiteit Groningen, de Universiteit Twente en de Stichting VHTO (Vrouwen in het Hoger Technisch Onderwijs) nu bij de Open Universiteit gebracht. Van quantummechanische experimenten en berekeningen aan moleculen en hun interactie met fotonen (licht) heb ik mij op het gebied van het onderwijs- en het onderzoeksbeleid begeven. Vervolgens heb ik meegewerkt aan onderwijsinnovaties in allerlei typen opleidingen en ondertussen ben ik decaan van de faculteit Natuurwetenschappen. Van al deze academische omzwervingen heb ik genoten, ook al was het niet altijd gemakkelijk, mogelijk ook niet voor mijn omgeving. Ik ben een veelheid aan mensen tegengekomen: letterlijk vogels van divers plumage. Erudiete, kunstzinnige, strijdlustige, hyperintelligente, sportieve, uiterst bekwame en aardige mensen. Ik ben ze allen dankbaar. Daarnaast heb ik natuurlijk ook een heleboel vervelende, jaloerse, zeurende en achterbakse mensen ontmoet. Die slechteriken pakken we nog wel een keer terug, mocht de gelegenheid zich voordoen (knipoo)!

De emancipatie van vrouwen is al sinds mijn kinderjaren een item in mijn leven. Hoewel de positie van vrouwen in de academische wereld verbetert, bungelt Nederland nog steeds onderaan de meeste Europese en internationale lijstjes als we naar de participatie in de top kijken. Vrouwelijke hoogleraren en bestuurders zijn nog steeds sterk

ondervertegenwoordigd. Het doet mij deugd dat in het cortège relatief veel vrouwen aanwezig zijn. Ik dank de Rector Magnificus samen met de twee overige Collegeleden voor de instelling van deze leerstoel en het in mij gestelde vertrouwen.

Ik ben er trots op dat onze faculteit Natuurwetenschappen op dit moment 52% vrouwelijke wetenschappelijke staf (in fte) bevat, en ook in de top op dezelfde wijze is vertegenwoordigd.⁵⁸ Het is uniek in Nederland, hoewel het eigenlijk normaal zou moeten zijn. Dit patroon wordt echter in de andere faculteiten en expertisecentra hier aan de OU niet herhaald, en ook niet bij het College van bestuur. Ondanks de ondervertegenwoordiging van vrouwen, heb ik het goed naar mijn zin: daarvoor allen bedankt! Maar blijft u zich alstublieft wel inzetten om dit vlekje weg te werken.

De medewerkers van de faculteit Natuurwetenschappen zijn bedreven en betrokken bij ons onderwijs, onze studenten en in toenemende mate ook bij ons onderzoek. Wat betreft innovatie zijn we tot alles bereid en tot veel in staat, waarbij gebruikersvriendelijk voor studenten en docenten een sine-qua-non is om ergens aan te beginnen. Voor een appel en een ei hebben we, meestal tegen de stroom in roeiend, geïnnoveerd. Er liggen juweeltjes, zo mooi dat je het bijna niet gelooft. Allen bedankt en hou het geestelijk vuur brandend!

In relatie tot het onderwerp van mijn oratie moet mij ook iets van het hart: het is opvallend dat sommige duurzaamheidwetenschappers, zelfs in mijn naaste omgeving, in hun ijver de kennis op het gebied van duurzaamheid in de hele wereld te verkondigen, jaarlijks tien- tot honderdduizenden vliegtuigkilometers maken en op die wijze een duizelingwekkende hoogte bereiken in hun eigen energieverbruik en CO₂-uitstoot. Misschien is dat eigen aan missionarissen, die net als vroeger in hun evangelisatiedrang een spoor van onbedoelde en ongewenste effecten achter zich laten. Gelukkig kunnen we dadelijk tijdens de borrel de duurzaamheidsdrang wat relativeren.

Verspreiding als een groene inktvlek

Ik hoop u in deze oratie te hebben laten zien dat online onderwijs en afstandsonderwijs een veel geringere milieu-impact hebben dan contactonderwijs, terwijl ze eenzelfde onderwijskundige doelen kunnen behalen. Het zijn duurzame onderwijssystemen die een effectieve bijdrage kunnen leveren aan de realisatie van het klimaatbeleid, terwijl doelen op het gebied van een intensieve kennissamenleving en internationalisering overeind kunnen blijven. Het verdient aanbeveling met name leven-lang-leren en internationalisering in het hoger onderwijs op een milieuvriendelijke wijze vorm te geven door gebruik te maken van virtuele componenten en dus deels via online onderwijs of afstandsonderwijs.

58 Personeelsgegevens faculteit Natuurwetenschappen OUNL per 1-4-2008.

Onderzoek naar duurzaamheidsvraagstukken is uitermate boeiend en interessant. Het leidt soms tot zeer verrassende uitkomsten, zoals het kwantitatieve onderzoek aan onderwijssystemen dat ik u in deze oratie gepresenteerd heb. Kennisontwikkeling heeft een waarde op zich en is fascinerend. Nieuwe concepten en kwantitatieve berekeningen kunnen een volstrekt nieuw licht werpen op onderwerpen. De 'gecijferdheid' zorgt aan de ene kant voor een vreemd en ongrijpbaar soort abstractie, maar werpt vervolgens bestaande systemen en gedachtepatronen omver en is uiteindelijk praktisch bruikbaar. Dit is mij vaker in mijn academische carrière letterlijk en cijferlijk 'overkomen', en elke keer is het een adembenemend en fantastisch avontuur.

Ik hoop van harte dat in onze faculteit, maar ook elders in de geglobaliseerde wereld, het onderzoek naar duurzame onderwijssystemen vorm zal krijgen. Ik zal mij daar met mijn faculteit, hopelijk gesteund door het College van bestuur en de andere faculteiten, voor inspannen.

De Nederlandse Nobelprijswinnaar Henry van 't Hoff⁵⁹ zei, nu meer dan honderd jaar geleden, in zijn inaugurele rede: "Wetenschap is de verbeelding in dienst van de verifieerbare waarheid".⁶⁰ Scientia, de rede, en Phantasia, de verbeeldingskracht, zijn gezamenlijk een mooi en krachtig duo, waarvan de samenleving en onze beschaving tot op de dag van vandaag kan genieten, op vele wijzen!

Ik spreek de hoop uit dat online onderwijs, eventueel in de variant van online met enkele f2f-bijeenkomsten, zich als een groene inktvlek zal verspreiden, met de razende snelheid van het internettijdperk.

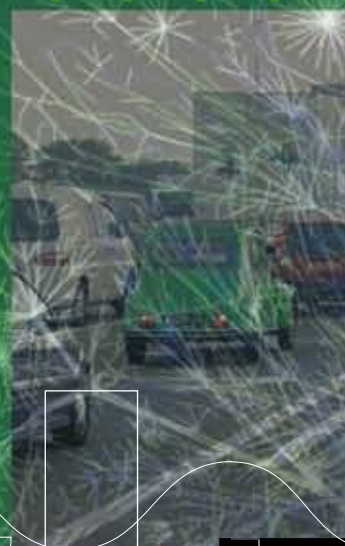
Ik heb gezegd.

59 Jacobus Henricus (Henry) van 't Hoff (1852-1911) ontving in 1901 de eerste Nobelprijs voor de Scheikunde voor zijn ontdekking van de wetten van chemische evenwichten en de osmotische waarde in oplossingen. Hij wordt ook wel de 'vader' van de stereochemie genoemd.

60 Jacobus Henricus (Henry) van 't Hoff, inaugurele rede 'De verbeeldingskracht in de wetenschap', Universiteit van Amsterdam, 1878.

Lijst met afkortingen en verklaringen

- Antropogeen = van menselijke oorsprong of door menselijke activiteit veroorzaakt
- CO₂ = koolstofdioxide, een belangrijk broeikasgas
- EZ = Ministerie van Economische Zaken
- f2f-contact = face-to-face in de betekenis van interactie tussen minimaal twee personen in dezelfde ruimte op hetzelfde tijdstip; in deze oratie meestal een bijeenkomst tussen studenten en docent(en) in studiecentrum of universiteitslokaal
- HBO-raad = Vereniging van door de overheid bekostigde hogescholen
- ICT = Informatie- en communicatietechnologie, vooral gebruikt voor digitale processen
- Internet = het internet = *Het* internet is een groot openbaar netwerk van computernetwerken, waarbij de afspraken worden beschreven in de Requests For Comments die worden beheerd door de Internet Engineering Task Force. Zie voor het verschil tussen 'een' internet' en 'het' internet <http://nl.wikipedia.org/wiki/Internet> [benaderd op 4 mei 2008]. Het internet en het wereldwijde web worden vaak door elkaar gebruikt, maar zijn niet precies hetzelfde.
- IPO = Instellingsbrede Programma Onderwijs Open Universiteit Nederland (2007-2009)
- J = Joule = kg·m²·s⁻², eenheid van energie volgens het SI
Het SI (afkorting van *Système International*) is het in 1960 ingevoerde internationale systeem van eenheden
- OCW = Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen
- online = verbonden met een digitaal elektronisch netwerk of systeem
- OUNL / OU = Open Universiteit Nederland
- rebound-effect = averechts effect (zie pag. 27)
- reismodaliteit = wijze van reizen: bijv. auto, trein, vliegtuig, (motor)fiets, te voet
- VROM = Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu
- VSNU = Vereniging van Samenwerkende Nederlandse Universiteiten
- WWW = world-wide-web = wereldwijde web = een verzameling van documenten opgemaakt in HTML en tegenwoordig ook wel in XHTML, die op internet met een webbrowser bekeken kunnen worden (zie voor HTML en XHTML http://nl.wikipedia.org/wiki/World_Wide_Web [benaderd op 4 mei 2008])



Paquita Pérez Salgado
Faculteit Natuurwetenschappen

ISBN 978 90 358 0931 4